



TUGAS AKHIR- TM141585

EVALUASI PENGANGKUTAN MATERIAL BAHAN BAKU NPK DARI GUDANG UTAMA HINGGA INPUT PABRIK (STUDI KASUS : PT. PUPUK KUJANG)

AKBAR RIFQI HILMAWAN
NRP. 2111 100 147

Dosen Pembimbing
Ir. Sudijono Kromodihardjo, M.Sc., Ph.D

JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT- TM141585

EVALUATION OF NPK RAW MATERIAL TRANSPORT FROM THE MAIN WAREHOUSE TO THE FACTORY INPUT (CASE STUDY : PT. PUPUK KUJANG)

AKBAR RIFQI HILMAWAN
NRP. 2111 100 147

Academic Supervisor
Ir. Sudijono Kromodihardjo, M.Sc., Ph.D

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

EVALUASI PENGANGKUTAN MATERIAL BAHAN BAKU NPK DARI GUDANG UTAMA HINGGA INPUT PABRIK (STUDI KASUS : PT.PUPUK KUJANG)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

AKBAR RIFQI HILMAWAN

Nrp. 2111100147

Disetujui oleh Pembimbing dan Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Sudijono Kromodihardjo, M.Sc., Ph.D.....(Pembimbing)
(NIP. 195208011978031005)
2. Ir. Witantyo, M.Eng.Sc.....(Penguji I)
(NIP. 196303141988031002)
3. Dinny Harnany, ST., M.Sc.....(Penguji II)
(NIP. 2100201405001)
4. Latifah Nurahmi, ST., M.Sc. Ph.D.....(Penguji III)
(NIP. 2100000011)

**SURABAYA
AGUSTUS, 2016**

EVALUASI PENGANGKUTAN MATERIAL BAHAN BAKU NPK DARI GUDANG UTAMA HINGGA INPUT PABRIK (STUDI KASUS : PT. PUPUK KUJANG)

Nama Mahasiswa : Akbar Rifqi Hilmawan
NRP : 2111 100 147
Jurusan : Teknik Mesin FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sudijono Kromodihardjo, M.Sc., Ph.D

Abstrak

NPK Pupuk Kujang 2 merupakan pabrik pupuk yang baru selesai di bangun di akhir 2015 lalu dan sudah dapat beroperasi hingga sekarang. Karena NPK Pupuk Kujang 2 baru selesai dibangun dan baru dioperasikan pada awal tahun 2016 maka terdapat beberapa masalah umum yang terjadi, salah satunya adalah proses pemindahan bahan baku mengalami penumpukan pada gudang produksi. Hal tersebut dikarenakan pada saat memindahkan bahan baku dari gudang utama menuju gudang produksi penggunaan truk tidak sesuai dengan kapasitas penyimpanan gudang produksi, karena untuk saat ini NPK Pupuk Kujang 2 menargetkan untuk dapat memproduksi pupuk dengan maksimal sehingga tidak memperhatikan jumlah pemakaian truk untuk memindahkan bahan baku. oleh karena itu penelitian ini untuk mengoptimalkan proses pemindahan bahan baku dan meminimalkan biaya pemindahan bahan baku.

Dalam Tugas Akhir ini, solusi yang ditawarkan untuk mengatasi kurang optimalnya pemindahan bahan baku dari gudang utama menuju gudang produksi yaitu dengan merancang jalur conveyor. Conveyor yang akan dirancang sesuai dengan kapasitas output yang dibutuhkan untuk proses membuat pupuk. Sehingga dapat dibandingkan pemindahan bahan baku menggunakan truk dengan menggunakan conveyor akan didapat perbandingan biaya yang dikeluarkan dari penyewaan truk dan dengan penggunaan conveyor.

Dari hasil analisa diketahui bahwa untuk proses pemindahan bahan baku dalam jangka waktu panjang lebih baik menggunakan conveyor dibanding menggunakan truk, karena conveyor sudah di desain dengan kapasitas sesuai dengan pabrik NPK pupuk kumpang 2, sehingga tidak akan terjadi penumpukan bahan baku pada gudang produksi dan dalam waktu 10 tahun biaya penggunaan conveyor akan lebih murah dibanding menggunakan truk.

Kata kunci: pemindahan bahan baku, conveyor, biaya pemindahan bahan baku

EVALUATION OF NPK RAW MATERIAL TRANSPORT FROM THE MAIN WAREHOUSE TO THE FACTORY INPUT (CASE STUDY: PT. PUPUK KUJANG)

Student Name : Akbar Rifqi Hilmawan
NRP : 2111 100 147
Departement : Mechanical Engineering FTI - ITS
**Academic Supervisor : Ir. Sudijono Kromodihardjo, M.Sc.,
Ph.D**

Abstract

NPK puku kujang 2 is a new fertilizer factory that had been finished the construction at the end of 2015 and has been operated until now. Because NPK pupuk kujang 2 has been newly built and newly put into operation in early 2016 then there are some common problems, one of which is the transfer process of raw materials have built-up on the production warehouse. That is because at the time of moving the raw materials from the main warehouse to the production warehouse, the usage of trucks is not compatible with the production warehouse storage capacity, due to the current NPK pupuk kujang 2 has targeted to be able to produce fertilizer to the maximum so it does not pay attention to the amount of the usage use trucks to move raw materials.

In this final project, a proposed solution to overcome the lack of optimal transfer of raw materials from the main warehouse to the production warehouse is to design the conveyor track. Conveyor that will be designed to suit the output capacity is needed for the process to make fertilizer. So it can be compared that the transfer of raw materials using trucks to using conveyor will be obtained the comparison of the costs incurred from trucks rent and the usage conveyor. It is expected with the usage of conveyor as raw material transfer methods can reduce the built-up that occured in the production warehouse and can reduce the cost of raw materials transfer.

From the analysis, it is known that for the process of transferring raw materials in the long term is better to use a conveyor rather than using trucks, because the conveyor has been designed with a capacity is compatible with the NPK pupuk kumpang 2, so there will be no raw materials built-up in the production warehouse and by the time of 10 years the fee of conveyor usage will be cheaper than using trucks.

Keywords: transfer of raw materials, conveyor, cost of raw materials transfer.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirobbil alamin penulis panjatkan hanya kehadiran Allah Subhana Wata'ala atas hikmat dan penyertaan-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Evaluasi Pengangkutan Material Bahan Baku NPK dari Gudang Utama Hingga Imput Pabrik” ini.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu mata kuliah dan juga salah satu syarat kelulusan sarjana di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini bukanlah tujuan akhir dari belajar karena belajar tidak ada batasnya. Terelesaiannya laporan ini tentunya tak lepas dari dorongan dan uluran tangan berbagai pihak. Oleh karena itu, tak salah kiranya penulis mengungkapkan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. **Allah Subhana Wata'ala** atas kasih, penyertaan, dan rencana-Nya kepada penulis yang tiada henti sehingga penulis dapat melalui dan menyelesaikan studi di Teknik Mesin ITS.
2. **Ir. Sudijono Kromodihardjo, M.Sc., Ph.D** selaku dosen pembimbing yang dengan sabar meluangkan waktu untuk membina dan mengarahkan penulis baik akademik maupun moril.
3. Kedua Orang Tua tercinta yaitu Bapak **Ir. Imam Samiyadi**. dan Ibu **Sri Ilmijati**. yang tak ada hentinya memberi dorongan, doa dan cinta kasihnya.
4. Kakak-kakak tercinta yaitu **An Nisaa Novrizka.**, dan **An Nissa' Yoeizta Ratu**. atas dukungan dan doanya.
5. **Nani Parfati** (Bude Nani), **Ani Ichlasiya** (Tante Ani), **Mujiyono** (Om Mujiono), **Sri Amaljati** (Tante Aam), **Nedy** (Om Nedy), **Sri Wilujeng Nurfadil** (Bu Wilud), **Satrio** (Pak yo) dan seluruh keluarga besar yang selalu mengerahkan penulis baik berupa moral dan materil.

6. **Eyang Sumiyati Supardi** dan seluruh keluarga besar atas doa dan dukungannya.
7. Bapak **Ir. Witantyo, M.Eng.Sc, Dinny Harnany,ST., M.Sc,** dan **Latifah Nurahmi, ST., M.Sc. Ph.D,** selaku dosen penguji yang telah menyediakan waktu dan memberikan masukan untuk kesempurnaan penelitian ini.
8. Bapak **Prof. Dr. Ing Ir. I Made Londen Batan M.Eng.** selaku dosen wali yang selalu memberikan nasehat selama perkuliahan.
9. **Rizky Devina** yang selalu memberikan semangat serta motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Untuk teman-teman kosan Ridwan, **Acham Adi, Abyan Dzaki, Ridho Rayendra, Benyamin Indra, Rizal Priyadi, Ronny.** yang memberikan semangat dan bantuan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
11. **Mahendra , S.T.,** selaku karyawan di PT Pupuk Kujang yang banyak memberikan data untuk menyelesaikan Tugas Akhir kepada penulis.
12. **Pak Mufty,** selaku karyawan di PT KE yang banyak memberikan bantuan dan saran untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
13. **Pak Hari, Pak Billy,** selaku karyawan PT. KE yang memberikan data untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
14. Mas **Akbar Masyan Makka,** selaku SC yang banyak memberikan nasehat selama penulis menjadi mahasiswa baru.
15. **Iqbal Zaufikar (Dek Iqbal), Adila Givary (Dek Alan), Arta Sabila (Dek Abil), Arghya Wicaksana (Mas Argy)** yang telah banyak memberikan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
16. Seluruh rekan-rekan di Lab. Simulasi Sistem Industri
17. Seluruh teman-teman **M-54** atas kebersamaan selama kuliah.
18. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir dan studi penulis.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kebaikan bagi banyak pihak. Kiranya Tuhan memberkati kita semua.

Surabaya, Agustus 2016

Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	6
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Penelitian	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu	9
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 Konstruksi Dasar Belt Conveyor	11
2.2.2 Profil Conveyor	12
2.2.3 Metode Discharge pada Belt Conveyor	12
2.2.4 Karakteristik Material Angkut	13
2.2.5 Kapasitas	17
2.2.6 Luas Cros-section Beban	18
2.2.7 Kecepatan Belt	19
2.2.8 Perhitungan Tegangan dan Daya Belt	21
2.2.8.1 Tegangan Efektif, T_e	21
2.2.8.2 Faktor Koreksi Ambient Temperatur, K_t ...	23
2.2.8.3 Faktor Gesekan Idler, K_x	23
2.2.8.4 Faktor Perhitungan Gaya Belt dan Beban Flexture pada Idler, K_y	24

2.2.8.5 Tahanan Pulley, Tp	26
2.2.8.6 Tahanan Aksesoris, Tac	27
2.2.8.7 Daya Belt.....	28
2.2.8.8 Wrap Factor, Cw	29
2.2.8.9 Belt Sag Antar Idler.....	30
2.2.8.10 Tegangan Belt pada Titik X Sepanjang Conveyor	31
2.2.8.11 Berat Take-Up Gravity, Ttu	32
2.2.9 Pemilihan Pulley.....	33
2.2.10 Pemilihan Belt	34
2.2.10.1 Tipe Belt.....	36
2.2.11 Pemilihan Idler	37
2.2.11.1 Frame Idler	38
2.2.11.2 Roller.....	43
2.2.11.3 Pemilihan Idler	43
2.2.12 Teknik Splice.....	46
BAB III METODOLOGI	
3.1 Diagram Penelitian.....	49
3.2 Prosedur Penelitian.....	51
3.2.1 Observasi Lapangan	51
3.2.2 Identifikasi Permasalahan	51
3.2.3 Perumusan Masalah	51
3.2.4 Pengumpulan Data	52
3.2.5 Studi Pustaka	52
3.2.6 Pengolahan Data	52
3.2.7 Analisa Data	53
3.2.8 Penarikan Kesimpulan	53
BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Perhitungan Biaya dan Penggunaan Truk	55
4.1.1. Data Informasi Truk	56
4.1.2. Perhitungan Penggunaan Truk	57
4.1.3. Perhitungan Biaya Penggunaan Truk	58
4.1.4. Perhitungan Biaya Penggunaan Loader dan Buldoser	60

4.1.5. Total Biaya Penggunaan Loader, Bulldoser, Truk	62
4.2. Desain Conveyor dan Perhitungan Biaya	62
4.2.1. Desain Transfer Tower	64
4.2.2. Desain Conveyor	66
4.2.2.1. Data Informasi Awal Rancangan	67
4.2.2.2. Kecepatan Belt	67
4.2.2.3. Berat Material dan Belt	68
4.2.2.3.1 Berat Material	68
4.2.2.3.2 Berat Belt	68
4.2.2.4. Pemilihan Idler	68
4.2.2.4.1 Carrying Idler	68
4.2.2.3.1 Return Idler	69
4.2.2.5. Perhitungan Tegangan dan Daya Belt	70
4.2.2.5.1 Data yang Diketahui	70
4.2.2.5.2 Faktor Kt	70
4.2.2.5.3 Faktor Kx	70
4.2.2.5.4 Perhitungan Conveyor 1	71
4.2.2.5.4.1 Faktor Ky	71
4.2.2.5.4.2 Tegangan Efektif	72
4.2.2.5.4.3 Perhitungan Daya Motor .	77
4.2.2.5.5 Perhitungan Conveyor 2 dan 3 ...	78
4.2.2.5.5.1 Faktor Ky	78
4.2.2.5.5.2 Tegangan Efektif	79
4.2.2.5.5.3 Perhitungan Daya Motor .	81
4.2.2.5.6 Perhitungan Conveyor 4	81
4.2.2.5.6.1 Faktor Ky	81
4.2.2.5.6.2 Tegangan Efektif	82
4.2.2.5.6.3 Perhitungan Daya Motor .	84
4.2.2.5.7 Perhitungan Conveyor 5	84
4.2.2.5.7.1 Faktor Ky	84
4.2.2.5.7.2 Tegangan Efektif	85
4.2.2.5.7.3 Perhitungan Daya Motor .	87

4.2.3. Portal Scraper	88
4.2.4. Tripper	89
4.2.5. Biaya Untuk Membuat Conveyor	89
4.2.6. Perhitungan Biaya Dengan Bunga	93
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	97
5.2 Saran	98
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kapasitas hopper untuk mencampurkan bahan baku	3
Gambar 1.2	Skema pemindahan bahan baku dari gundang utama menuju proses.....	4
Gambar 2.1	Skematik Komponen Dasar Belt Conveyor	11
Gambar 2.2	<i>Profil belt conveyor</i>	12
Gambar 2.3	<i>Head pulley discharge</i>	13
Gambar 2.4	<i>Both end discharge</i>	13
Gambar 2.5	<i>Load Cross Section</i>	18
Gambar 2.6	<i>Variation of Temperature factor, K_t with temperature</i>	23
Gambar 2.7	<i>Incline or horizontal conveyor, pulley driving belt</i>	29
Gambar 2.8	<i>Declined conveyor, lowering load with regeneration, belt driving pulley</i>	29
Gambar 2.9	<i>Horizontal Belt Conveyor with Vertical Curve, and Head Pulley Drive</i>	31
Gambar 2.10	<i>Take up Gravity</i>	33
Gambar 2.11	Potongan belt	35
Gambar 2.12	<i>Multi-ply Belt cross-section</i>	36
Gambar 2.13	<i>Belt Cross Section dari Steel Cord Belts</i>	37
Gambar 2.14	<i>Trough Carrying Idler</i>	39
Gambar 2.15	<i>V-type Carrying Idler</i>	40

Gambar 2.16	<i>Through Impact Idler</i>	41
Gambar 2.17	<i>Flat Return Idler</i>	41
Gambar 2.18	<i>Self-aligning Carrying Idler</i>	42
Gambar 2.19	<i>Self-aligning Return Idler</i>	43
Gambar 2.20	<i>Detail of roller internal construction (typical)</i>	43
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	52
Gambar 4.1	Alur pemindahan bahan baku menggunakan truk.....	56
Gambar 4.2	Bahan baku yang dibutuhkan untuk memproses pupuk	57
Gambar 4.3	Rancangan jalur pemindahan bahan baku menggunakan conveyor.....	64
Gambar 4.4	Rancangan jalur pemindahan bahan baku menggunakan conveyor.....	65
Gambar 4.5	Menentukan sudut kemiringan belt conveyor.....	66
Gambar 4.6	Jadwal unloading bahan baku menggunakan tripper	90
Gambar 4.7	Jadwal loading bahan baku menggunakan portal scraper	90
Gambar 4.8	Diagram alir conveyor.....	95
Gambar 4.9	Diagram alir truk.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jumlah bahan baku pada gudang produksi.....	2
Tabel 2.1	Angle of Repose and Angle of Surcharge of Material	15
Tabel 2.2	Material Class and Code	16
Tabel 2.3	Karakteristik Material dan Berat Material.....	17
Tabel 2.4	Inclination Reduction Factor	17
Tabel 2.5	Area of Load Cross Section	19
Tabel 2.6a	Recommended Maximum Belt Speed.....	20
Tabel 2.6b	Belt Width berdasarkan kapasitas pada kecepatan 100 RPM	21
Tabel 2.6c	Kecepatan Belt Berdasarkan Lump Size	21
Tabel 2.7a	Faktor K_y , Value	25
Tabel 2.7b	Faktor K_y , Value	26
Tabel 2.8	Belt Tension to Rotate Pulleys	27
Tabel 2.9	Discharge Plow Allowance	27
Tabel 2.10	Skirtboard Friction Factor, C_s	28
Tabel 2.11	Wrap Factor, C_w	30
Tabel 2.12	Drive Pulley Dimension	34
Tabel 2.13	Non-Drive Pulley Dimension.....	34
Tabel 2.14	Arrangement of Idler Spacing	45
Tabel 2.15	Roller Diameter and Bearing Number.....	45
Tabel 2.16	Through Carrying Idler and Return Idler	44
Tabel 4.1	Perhitungan Waktu Penggunaan Portal Scraper	88
Tabel 4.2a	Rincian Biaya Per Conveyor	90
Tabel 4.2b	Rincian Biaya Per Conveyor	91
Tabel 4.3a	Rincian Pembuatan Conveyor	92
Tabel 4.3b	Rincian Pembuatan Conveyor	93

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

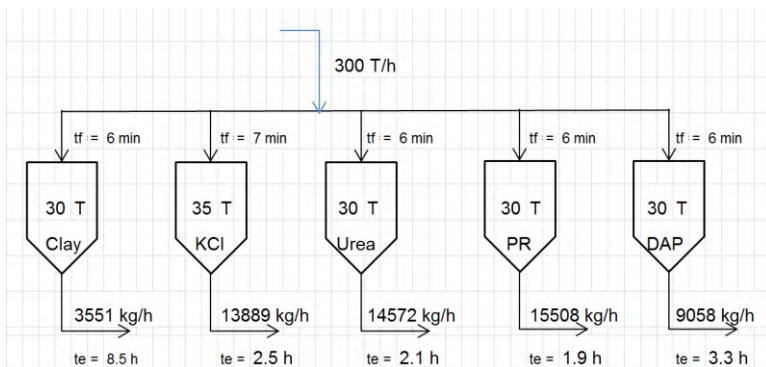
Karena jumlah permintaan pupuk di Jawa Barat sangat tinggi yaitu 350.000 ton per tahun. Dengan kondisi produksi yang hanya menggunakan pabrik NPK Pupuk Kujang 1 pabrik tersebut hanya dapat memproduksi pupuk sebesar 100.000 ton per tahun. Supaya dapat memenuhi permintaan pupuk yang ada di Jawa Barat maka PT. Pupuk Kujang membuat pabrik baru yaitu NPK Pupuk Kujang 2 dengan kapasitas produksi sebesar 100.000 ton pertahun, dengan demikian total produksi yang dapat diproduksi oleh NPK Pupuk Kujang 1 dan 2 adalah 200.000 ton per tahun.

NPK Pupuk Kujang 2 telah selesai dibangun akhir tahun 2015. Saat ini sudah mulai beroperasi. Karena NPK Pupuk Kujang 2 baru selesai dibangun dan baru dioperasikan pada akhir tahun 2015 maka terdapat beberapa masalah umum yang terjadi, salah satunya adalah proses pemindahan bahan baku dari gudang utama ke gudang produksi kurang optimal, karena pada saat pemindahan bahan baku menggunakan truk terkadang mengalami penumpukan truk saat pengambilan bahan baku di gudang utama atau peletakan bahan baku di gudang produksi. Hal tersebut dikarenakan truk yang digunakan untuk memindahkan bahan baku dari gudang utama ke gudang produksi memiliki jumlah truk yang digunakan tidak sesuai, karena untuk saat ini NPK Pupuk Kujang 2 menargetkan untuk dapat memproduksi pupuk dengan maksimal sehingga tidak memperhatikan jumlah pemakaian truk untuk memindahkan bahan baku, maka proses pemindahan bahan baku dari gudang utama ke gudang produksi dikatakan kurang optimal, karena proses pemindahan bahan baku menggunakan 8 truk yang dirasa kurang optimal dan terjadi penumpukan pemindahan bahan baku yang akan berdampak pada penyewaan truk, biaya penyewaan truk akan tinggi sehingga pengeluaran NPK Pupuk Kujang 2 akan boros.

Tabel 1.1 jumlah bahan baku pada gudang produksi [1]

<u>Bulan</u>	<u>Rock Phospate</u>	<u>Clay</u>	<u>KCL</u>	<u>Urea</u>	<u>DAP</u>
<u>Januari</u>	927,624	246,863	942,455	1083,574	700 (823,751)
<u>Februari</u>	1127,624	238,085	1047,301	917,861	686
<u>Maret</u>	1200 (1276,240)	198,396	1000 (1171,712)	1037,482	698,396
<u>April</u>	1038,862	300 (439,82)	1000 (1038,299)	924,782	628,837
<u>Mei</u>	1127,624	222.991	949,369	819,871	700 (770,113)
<u>Kapasitas Gudang</u>	1200 Ton	300 Ton	1000 Ton	1100 Ton	700 Ton

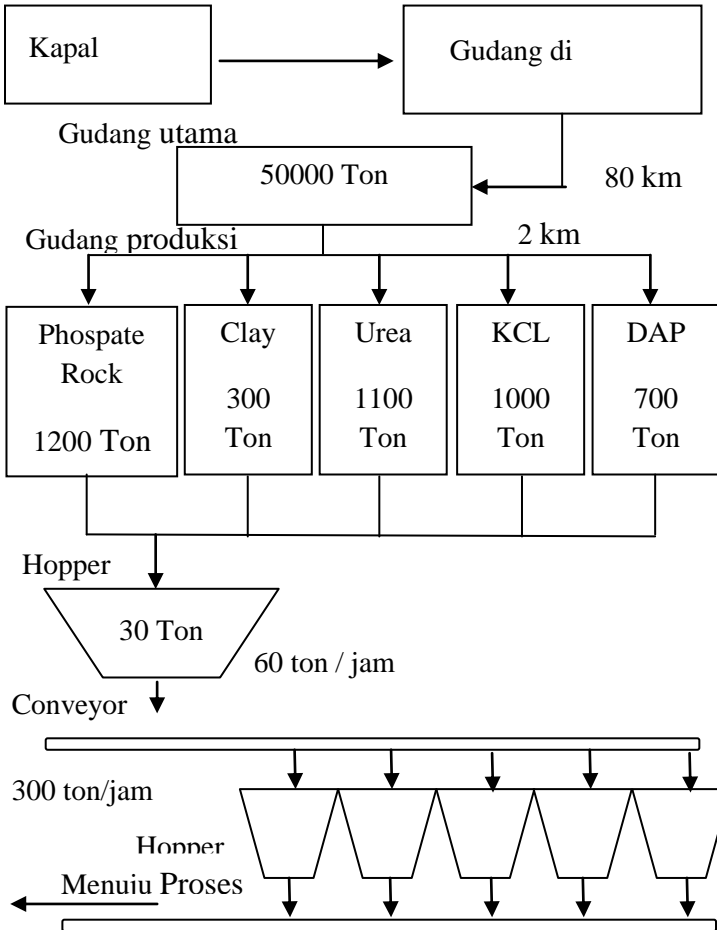
NPK Pupuk Kujang 2 menggunakan sistem komposisi *Triple fifteen*, yaitu mencampurkan bahan baku pembuat pupuk dengan masing masing bahan baku memiliki komposisi yang berbeda beda, untuk membuat pupuk NPK Pupuk Kujang 2 membutuhkan 5 bahan baku yang berbeda. Berikut adalah hopper yang digunakan dan menggunakan komposisi *triple fifteen*. Dengan presenatse pembuatan pupuk adalah untuk clay 3,5 ton/jam, untuk KCL 13,8 ton/jam, untuk urea 14,5 ton/jam, untuk rock phospate 15,5 ton/jam, untuk DAP 9 ton/jam.



Gambar 1.1 Kapasitas hopper untuk mencampurkan bahan baku.
[1]

Dari gambar 1.1 telah dijelaskan kapasitas dan kecepatan output (kg/jam) dari hopper mix untuk masing masing bahan baku. Hopper untuk bahan baku clay memiliki kapasitas sebesar 30 ton dengan kecepatan output 3551 kg/jam dan dalam waktu 8,5 jam bahan baku yang ada pada hopper tersebut akan habis, dan dapat terisi penuh kembali dalam waktu 6 menit, hopper untuk bahan baku KCL memiliki kapasitas sebesar 35 ton dengan kecepatan output 13889 kg/jam dan dalam waktu 2,5 jam bahan baku yang ada pada hopper tersebut akan habis, dan dapat terisi penuh kembali dalam waktu 7 menit, hopper untuk bahan baku urea memiliki kapasitas sebesar 30 ton dengan kecepatan output 14572 kg/jam dan dalam waktu 2,1 jam bahan baku yang ada pada hopper tersebut akan habis, dan dapat terisi penuh kembali dalam waktu 6 menit, hopper untuk bahan baku rock phospate memiliki kapasitas sebesar 30 ton dengan kecepatan output 15508 kg/jam dan dalam waktu 1,9 jam bahan baku yang ada pada hopper tersebut akan habis, dan dapat terisi penuh kembali dalam waktu 6 menit, hopper untuk bahan baku DAP memiliki kapasitas sebesar 30 ton dengan kecepatan output 9058 kg/jam dan dalam

waktu 3,3 jam bahan baku yang ada pada hopper tersebut akan habis, dan dapat terisi penuh kembali dalam waktu 6 menit.



Gambar 1.2 Skema pemindahan bahan baku dari gundang utama menuju proses.

Dari gambar 1.2 di atas dijelaskan skema premindahan bahan baku dari gudang utama hingga menuju proses. Bahan baku urea dan rock phosphate dikirim dari Kanada menggunakan kapal, setelah bahan baku tersebut datang di pelabuhan bahan baku dipindahkan dari kapal ke gudang penyimpanan yang ada di Cigading dengan kapasitas sebesar 130000 ton, setelah itu bahan baku akan dikirim menuju gudang utama yang terletak di Pupuk Kujang dengan jarak 80 km. Bahan baku clay, KCL, urea, rock phosphate, dan DAP yang dibutuhkan untuk membuat pupuk diambil dari tempat penyimpanan bahan baku yaitu gudang utama menggunakan truk, dengan kapasitas 10 ton, dan menggunakan 12 truk untuk memindahkan bahan baku, dengan jarak 2 km, lalu bahan baku tersebut disimpan di gudang penyimpanan yang terletak di kawasan NPK Pupuk Kujang 2 yaitu gudang produksi, apabila bahan baku tersebut dibutuhkan maka bahan baku tersebut akan diambil dari gudang penyimpanan produksi menggunakan loader lalu dimasukkan kedalam hopper utama, hopper utama memiliki kapasitas sebesar 30 ton dan mengeluarkan bahan baku sebesar 60 ton/jam, setelah masuk kedalam hopper utama bahan baku akan dipindahkan menggunakan conveyor yang memiliki kapasitas angkut sebesar 100 ton/jam. setelah dipindahkan menggunakan hopper bahan baku akan masuk kedalam hopper mix, supaya bahan baku dapat masuk kedalam masing masing hopper yang sesuai dengan jenis bahan baku maka pada conveyor terdapat tipper yang berfungsi untuk memasukkan bahan baku ke dalam hopper yang sesuai dengan jenis bahan baku. Hopper mix berfungsi untuk mencampurkan bahan baku sesuai dengan komposisi yang sesuai untuk membuat pupuk, supaya pada saat proses pembuatan pupuk dapat berjalan secara terus menerus, output pada hopper ini adalah presentase dari bahan baku yang dibutuhkan. Lalu bahan baku tersebut akan dicampur dengan bahan baku yang lain yang selanjutnya akan diproses menjadi pupuk.

PT. Pupuk Kujang memiliki target untuk dapat memproduksi pupuk sebanyak 100.000 ton per tahun yang artinya

apabila dalam satu tahun PT. Pupuk Kujang menggunakan 300 hari kerja maka produksi pupuk dalam satu hari harus 333,333 ton. Supaya target tersebut dapat tercapai maka suplai bahan baku tidak boleh kehabisan, maka dibutuhkan jumlah truk untuk mengangkut material ke gudang sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan. NPK Pupuk Kujang 2 memiliki gudang dengan kapasitas maksimal masing-masing 300 ton untuk bahan baku clay, 1100 ton untuk bahan baku urea, 1000 ton untuk bahan baku KCL, 1200 ton untuk bahan baku rock phosphate, dan 700 ton untuk bahan baku DAP. Maka jumlah truk harus sesuai supaya jumlah bahan baku yang ada di gudang tetap ada supaya produksi dapat berjalan dan tidak boleh melebihi kapasitas, dan jumlah loder yang untuk mengangkut material ke hopper sesuai dengan yang dibutuhkan supaya pada saat proses pembuatan pupuk dapat berjalan dengan lancar dan tidak terjadi kekurangan material.

Berdasarkan fenomena di atas, penulis berniat untuk melakukan penelitian tugas akhir di PT. Pupuk Kujang dengan mengangkat judul “Evaluasi Pengangkutan Material Bahan Baku NPK dari Gudang Utama Hingga Imput Pabrik.”

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan yang akan dikaji dan dicari solusi terbaiknya dalam penelitian ini. Rumusan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mendesain konveyor dengan lingkungan yang ada di NPK pupuk kujang 2.
2. Bagaimana solusi terbaik untuk mengatasi masalah penumpukan pemindahan bahan baku.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini berdasarkan rumusan masalah di atas adalah sebagai berikut:

1. Dapat mendesain konveyor dengan lingkungan yang ada di NPK pupuk kujang 2.
2. Mengetahui solusi terbaik untuk mengatasi masalah penumpukan pemindahan bahan baku.

1.4 Batasan Masalah

Dengan melihat kompleksnya permasalahan yang ada, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. *System* yang ditinjau dalam Tugas Akhir ini adalah pabrik NPK Pupuk Kujang 2 dan menggunakan data pada bulan januari 2016 sampai bulan mei 2016 .
2. System yang analisa skema pemindahan bahan baku dari gudang utama hingga hopper mix menuju proses.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah:

1. desain konveyor dapan diterapkan pada NPK pupuk kujang 2.
2. Mengetahui alternatif yang tepat untuk dilakukan dalam kaitannya dengan pemindahan bahan baku di PT. Pupuk Kujang.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Jurnal penelitian dengan studi kasus yang menyerupai permasalahan yang dihadapi MPK Pupuk Kujang 2 tidak banyak ditemukan. Adapun jurnal penelitian yang ada lebih memfokuskan pada penerapan sistem simulasi dalam menyelesaikan suatu permasalahan. berikut ini adalah beberapa penelitian yang sedikit berkaitan dengan permasalahan pada Tugas Akhir ini dan dapat dijadikan acuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini:

Sistem pemindahan material dipaparkan oleh **Baunach, Wibberley dan Wood (1985)**. Penelitian tersebut mengaplikasikan teknik simulasi *dicrete-event* dalam merancang pembangunan terminal pemindahan batubara di pulau Batam, Indonesia. Simulasi dibangun menggunakan Simula dan Autosim dengan memodelkan seluruh aspek dari operasi pelabuhan dan proses transportasinya dari dan menuju area *stockpile*. Model tersebut digunakan untuk memverikasi bahwa pelabuhan dan sistem pemindahan material yang akan dibangun dapat beroperasi secara efektif, serta untuk mengestimasi kapasitas optimal dari terminal. Kekurangannya adalah manajemen dan layout *stockpile* tidak didefinisikan dalam penelitian ini.

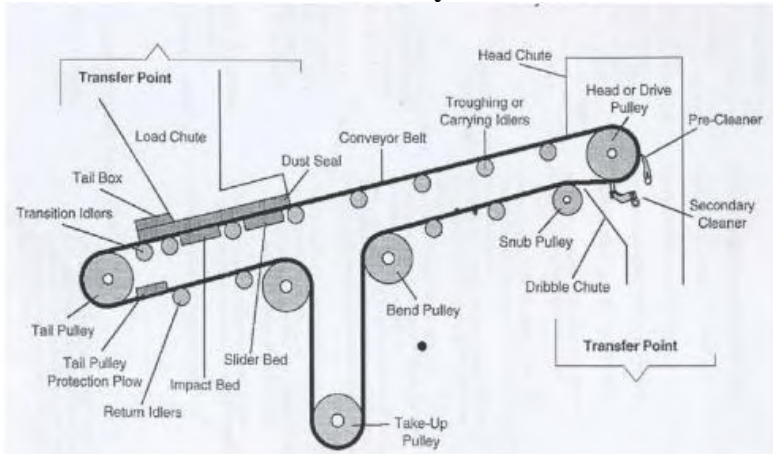
Pada penelitian dari **Niken Aridinanti (2011)** yang dilakukan adalah dengan merancang kavling untuk membedakan batubara. Adanya kavling menyebabkan sistem pengaturan menjadi berbeda dari kondisi aktual, sehingga perlu diketahui bagaimana pengaruhnya terhadap sistem di CHP. Metode simulasi digunakan untuk mengetahui pengaruh tersebut. Berdasarkan simulasi yang dilakukan, alternatif terbaik yang dapat dilakukan untuk mengatasi pencampuran batubara di bawah *chute* dan mampu memasok batubara sesuai kebutuhan adalah

melakukan penambahan jumlah dan kapasitas bulldozer, dengan mengatur shift kerja bulldozer agar tidak beristirahat di waktu yang sama. Penambahan tersebut yakni 1 buah bulldozer berkapasitas 36 ton dengan rute kavling – hopper, 3 buah berkapasitas 48, 48, dan 36 ton di *coalyard high rank* dan 4 buah berkapasitas 48, 48, 48 dan 36 ton di *coalyard low rank* dengan rute kavling – chute. Kelebihan dari metode yang dipakai dari Niken Aridinanti adalah simulasi yang disertai verifikasi dan analisis statistik untuk validasi data.

Pada tugas akhir ini, metode perencanaan ini akan dibahas mengenai penggunaan jumlah truk yang sesuai dan disimulasikan dengan menggunakan metode simulasi diskrit. Beberapa penelitian di atas digunakan sebagai referensi untuk dapat memberikan arah pengembangan yang lebih baik. Pemodelannya menggunakan pendekatan analisis statistik untuk mempelajari karakteristik pemindahan bahan baku di MPK Pupuk Kujang 2. Model simulasi yang dikembangkan kemudian akan dijalankan sesuai kondisi di lapangan dan dibandingkan dengan kondisi aktual untuk mendapatkan verifikasi dan validasi model. Jika sudah dianggap valid, model ini akan digunakan untuk mempelajari dan menganalisis transportasi pemindahan bahan baku dengan tujuan untuk mencari alternatif solusi terbaik dan paling optimal. Alternatif terbaik dipilih dari skenario yang mampu menghasilkan rekomendasi dalam perencanaan pemindahan bahan baku yang terbaik agar pemindahan bahan baku dapat berjalan lebih optimal.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Konstruksi Dasar Belt Conveyor



Gambar 2.1. Skematik Komponen Dasar Belt Conveyor [2]

Berdasarkan standar dari Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA) konstruksi dasar conveyor secara umum terdiri dari:

1. Tail Pulley (dalam kasus tertentu dapat sebagai drive pulley dengan drive-unit yang dipasangkan padanya).
2. Snub Pulley (pada head-end dan tail-end).
3. Internal belt cleaner (internal belt scraper).
4. Impact idlers (impact rollers).
5. Return idlers (return rollers).
6. Belt.
7. Bend pulleys.
8. Take-up pulley.
9. Take-up unit.

10. Carrying idlers.

11. Pulley cleaner.

12. Eksternal belt cleaner (eksternal belt scraper).

13. Head pulley (biasanya sebagai discharge pulley dan juga drive pulley).

2.2.2 Profil Conveyor

Profil dasar conveyor secure umum adalah:



Figure 2.2 Horizontal belt.



Figure 2.3 Horizontal and ascending path, when space will permit vertical curve and belt strength will permit one belt.



Figure 2.4 Ascending and horizontal path, when belt tensions will permit one belt and space will permit vertical curve.

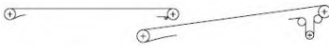


Figure 2.5 Possible horizontal and ascending path, when space will not permit a vertical curve or when the conveyor belt strength requires two belts.

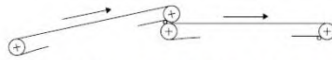


Figure 2.6 Ascending and horizontal path, when advisable to use two conveyor belts.

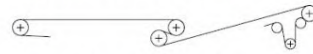


Figure 2.7 Possible horizontal and ascending path, when space will not permit vertical curve but belt strength will permit only one belt.



Figure 2.8 Compound path with declines, horizontal portions, vertical curves, and incline.

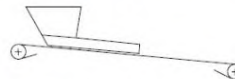


Figure 2.9 Loading can be accomplished, as shown, on minor inclines or declines.

Gambar 2-2 Profil belt conveyor [2]

2.2.3 Metode Discharge pada Belt Conveyor

Metode penumpahan material pada conveyor secure umum antara lain:

1. Head Pulley Discharge.

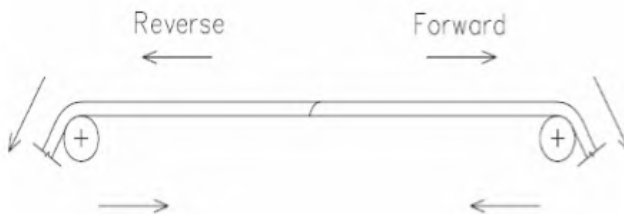
Metode ini yang paling banyak digunakan Dalam penumpahan material.



Gambar 2.3. Head pulley discharge [2]

2. Both end Discharge.

Penumpahan material dapat dilakukan pada dua arah yaitu pada head atau tail.



Gambar 2.4 Both end discharge [2]

2.2.4 Karakteristik Material Angkut

Belt conveyor digunakan untuk menghantarkan material angkut. Material angkut dikirimkan bersama dengan material lain yang tercampur selama proses pengiriman. Material angkut memiliki karakteristik yang berbeda, sebagian diantaranya

berbentuk halus dan sebagian lainnya berbentuk kasar, dan lain-lainnya. Bentuk luar dari material tersebut memiliki pengaruh yang besar dalam mendesain conveyor. Oleh sebab itu, awalnya sangat dibutuhkan pemahaman dan pengertian tentang sifat-sifat asli dari material angkut yang akan dikirim. Pengetahuan ini dapat membantu dalam mendesain conveyor yang tepat, ekonomis dan optimal dengan minimal masalah dalam pengoperasian.

Beberapa informasi penting tentang material angkut yang perlu diketahui dalam perhitungan desain conveyor, antara lain:

- a. Ukuran lump, grain dan powder.
- b. Distribusi lump, grain, dan powder (%).
- c. Densitas material angkut (berat volume) (t/m^3).
- d. Angle of repose (keadaan standstill) material setelah penjatuhan).
- e. Angle of surcharge (sudut ketika material pada keadaan istirahat selama pergerakan conveyor).
- f. Moisture content (%).
- g. Temperature ($^{\circ}C$).
- h. Karakteristik khusus : kekerasan, debu, kelengketan, racun, bubuk, kerapuhan.
- i. Kondisi yang dibutuhkan selama diangkut.
- j. Nama material yang dibawa.

Tabel 2-1 Menunjukkan hubungan antara angle of repose dan angle of surcharge.

Tabel 2-2 Menunjukkan karakteristik dan kode dari material yang diangkut berdasarkan standar internasional.

Tabel 2-3 Menunjukkan berbagai jenis material angkut dan data yang saling berhubungan.

Table 2.1 Angle of Repose dan Angle of Surcharge dari setiap material [3]






Flow				
Very free flowing 1*	Free flowing 2*	Average flowing 3*		Sluggish 4*
Angle of Surcharge				
5°	10°	20°	25°	30°
				
Angle of Repose				
0-19°	20-25°	30-34°	35-39°	40° - up
Material Characteristics				
Uniform size, very small rounded particles, either very wet or very dry, such as dry silica sand, cement, wet concrete, etc.	Rounded, dry polished particles, of medium weight, such as whole grain and beans.	Irregular, granular or lumpy materials of medium weight, such as anthracite coal, cottonseed meal, clay, etc.	Typical common materials such as bituminous coal, stone, most ores, etc.	Irregular, stringy, fibrous, interlocking material, such as wood chips, bagasse, tempered foundry sand, etc.

Table 2.2 Kelas material dan code setiap material [3]

	Material Characteristics	Code
Size	Very fine—100 mesh and under	A
	Fine—1/8 inch and under	B
	Granular—Under 1/2 inch	C
	Lumpy—containing lumps over 1/2' inch	D
	Irregular—stringy, interlocking, mats together	E
Flowability Angle of Repose	Very free flowing—angle of repose less than 19°	1
	Free-flowing—angle of repose 20° to 29°	2
	Average flowing—angle of repose 30° to 39°	3
	Sluggish—angle of repose 40° and over	4
Abrasiveness	Nonabrasive	5
	Abrasive	6
	Very abrasive	7
	Very sharp—cuts or gouges belt covers	8
Miscellaneous Characteristics (Sometimes more than one of these characteristics may apply)	Very dusty	L
	Aerates and develops fluid characteristics	M
	Contains explosive dust	N
	Contaminable, affecting use or saleability	P
	Degradable, affecting use or saleability	O
	Gives off harmful fumes or dust	R
	Highly corrosive	S
	Mildly corrosive	T
	Hygroscopic	U
	Interlocks or mats	V
	Oils or chemical present—may affect rubber products	W
	Packs under pressure	X
	Very light and fluffy—may be wind-swept	V
	Elevated temperature	Z

Tabel 2.3 Karakteristik material dan berat material [3]

Material	Average weight (lbs/cu ft)	Angle of repose (degrees)	Recommended maximum inclination (degrees)	Code
Ashes, fly	40-45	42	20-25	A37
Cement, Portland	72-99	30-44	20-23	A36M
Coal, anthracite, river, or culm, 1/8 inch and under	60	35	18	B35TY
Coal, lignite	40-45	38	22	D36T
Copper ore	120-150	30-44	20	*D37
Dolomite, lumpy	80-100	30-44	22	D36
Gravel, dry, sharp	90-100	30-44	15-17	D37
Lignite, air-dried	45-55	30-44		*D35
Rock, soft, excavated with shovel	100-110	30-44	22	D36
Salt, common dry, fine	70-80	25	11	D26TUW
Sandstone, broken	85-90	30-44		D37
Wood chips	10-30	45	27	E45WY
Coal, anthracite, river, or culm, 1/8 inch and under	60	35	18	B35TY
Coal, anthracite, sized	55-60	27	16	C26
Coal, bituminous, mined 50 mesh and under	50-54	45	24	B45T
Coal, bituminous, mined and sized	45-55	35	16	D35T
Coal, bituminous, mined, run of mine	45-55	38	18	D35T
*Coal, bituminous, mined, slack, 1/2 inch and under	43-50	40	22	C35T
Coal, bituminous, stripping, not cleaned	50-60			D36T
Coal, lignite	40-45	38	22	D36T

2.2.5 Kapasitas

Rumus kapasitas yaitu:

$$Q = A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60 \text{ (horizontal)} \text{-----} (2.1)$$

$$Q = k \cdot A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60 \text{ (inklinasi)} \text{-----} (2.2)$$

A : Total cross-sectional area yang terbentuk pada belt akibat penopangan idler dan angle of surcharge (m^2).

v : Kecepatan belt (m/min).

γ : Densitas material (t/m^3).

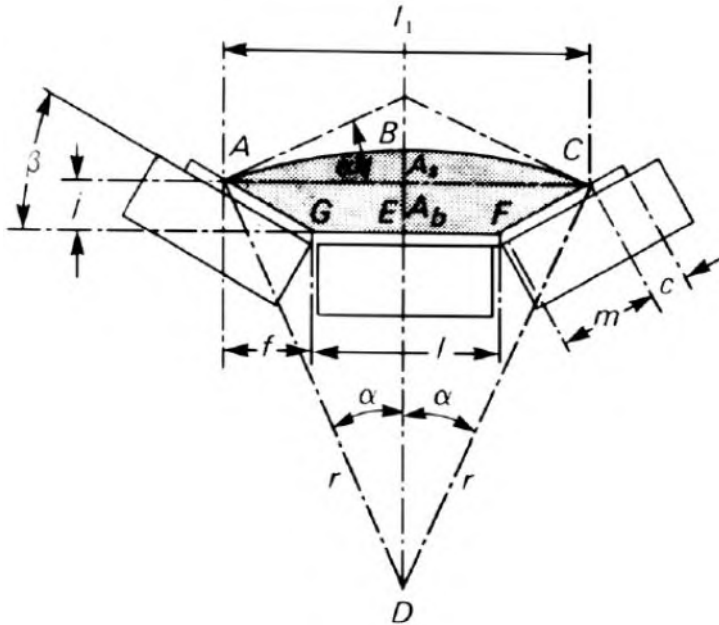
k : Faktor pengurangan inklinasi.

Q : Kapasitas angkut (tph).

Tabel 2.4 Inclination Reduction Factor (K) [3]

Inclination angle	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Reduction angle	1	0.99	0.98	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	0.85
Inclination angle	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Reduction angle	0.78	0.76	0.73	0.71	0.68	0.66	0.64	0.61	0.59

2.2.6 Luas Cross-section Beban



Gambar 2-5 Load Cross Section [3]

Gambar 2-5 memperlihatkan luas cross-section beban pada belt yang dibentuk oleh idler dengan sudut troughing (β) tertentu. Untuk mempercepat pencarian luas daerah tersebut, tabel 2-8 dapat langsung digunakan.

Tabel 2.5 Area of Load Cross Section [3]

Angle of Trough (degrees)	Belt Width (mm) (inch)		Area of Load Cross Section Angle of Surcharge (degrees)		
			15°	20°	25°
30°	600	24	0.03247	0.03556	0.03873
	650	26	0.03877	0.04246	0.04623
	750	30	0.05305	0.05807	0.06321
	800	32	0.0612	0.0668	0.07269
	900	36	0.07865	0.08607	0.09365
	1000	40	0.09851	0.10778	0.11726
	1050	42	0.10927	0.11955	0.13005
	1200	48	0.14492	0.15852	0.17242
	1400	56	0.20025	0.21901	0.23187
	1600	64	0.26451	0.28925	0.31453
	1800	72	0.33769	0.36924	0.40148
	2000	80	0.41981	0.45899	0.49902

2.2.7 Kecepatan Belt

Kecepatan conveyor dapat dicari juga dengan rumus kapasitas setelah diketahui lebar belt, karakteristik material, dan penentuan kapasitas. Kecepatan belt dapat meningkat sebanding dengan lebar belt dan kecocokkan kecepatan yang tergantung pada karakteristik material, khususnya ukuran lump material.

Tabel 2.6.a Rekomendasi kecepatan maksimal belt [3]

Material Being Conveyed	Belt Speeds (fpm)	Belt Width (in)
Grain or other free flowing, nonabrasive material	400	18
	600	24-30
	800	36-42
	1000	48-96
	1200	108-120
Coal, damp clay, soft ores, overburden and earth, fine crushed stone	600	18
	800	24-36
	1000	42-60
	1200	72-96
	1400	108-120
Heavy , hard, sharp edged ore, coarse crushed stone	400	18
	600	24-36
	800	42-60
	1000	72-96
	1200	108-120
Foundry sand, prepared or damp; shake-out sand with small cores, with or without small castings (not hot enough to harm belting)	350	Any Width
Prepared foundry sand and similar damp (or dry abrasive) materials discharged from belt by rubber edged plows	200	Any Width
Nonabrasive materials discharged from belt by means of plows	200 Except for wood pulp where 300 to 400 is preferable	Any Width
Feeder belts, flat or troughed, for feeding fine , nonabrasive, or mildly abrasive materials from hoppers and bins	50 to 100	Any Width
Coal (bituminous, sub-bituminous), PRB coal, lignite, petroleum coke, gob, culm and silt.	500 to 700 for belt conveyors 380 to 500 for silo feed conveyors and tripper belt conveyors	Any Width
Power Generating Plant applications	500 for belt conveyors 380 for silo feed conveyors and tripper belt conveyors	Any Width

Tabel 2.6.b Belt width berdasarkan kapasitas pada kecepatan 100 FPM [3]

Belt Width (in)	A _{sc} Cross Sectional Area (ft ²) Surcharge Angle (deg)						Capacity (ft ³ /hr) at 100 fpm Surcharge Angle (deg)							
	0	5	10	15	20	25	30	0	5	10	15	20	25	30
18	0.144	0.161	0.178	0.195	0.212	0.230	0.249	864	965	1,066	1,169	1,274	1,381	1,492
24	0.278	0.310	0.341	0.374	0.406	0.440	0.475	1,668	1,858	2,049	2,242	2,438	2,640	2,848
30	0.456	0.507	0.558	0.610	0.663	0.717	0.773	2,733	3,039	3,347	3,658	3,976	4,301	4,636
36	0.676	0.751	0.827	0.903	0.981	1.061	1.143	4,059	4,508	4,961	5,419	5,886	6,364	6,858
42	0.941	1.044	1.149	1.254	1.362	1.472	1.585	5,645	6,266	6,892	7,525	8,169	8,830	9,512
48	1.249	1.385	1.523	1.662	1.804	1.950	2.100	7,491	8,312	9,138	9,974	10,826	11,699	12,599
54	1.600	1.774	1.950	2.128	2.309	2.495	2.686	9,599	10,646	11,701	12,768	13,855	14,969	16,119
60	1.994	2.211	2.430	2.651	2.876	3.107	3.345	11,966	13,269	14,580	15,906	17,258	18,643	20,071
72	2.914	3.230	3.548	3.869	4.197	4.533	4.879	17,484	19,379	21,286	23,216	25,182	27,197	29,275
84	4.007	4.440	4.876	5.317	5.766	6.227	6.702	24,043	26,642	29,256	31,902	34,598	37,361	40,210
96	4.941	5.474	6.011	6.554	7.107	7.673	8.258	29,647	32,846	36,064	39,321	42,639	46,040	49,548
108	6.715	7.438	8.165	8.901	9.651	10.420	11.212	40,290	44,627	48,990	53,408	57,907	62,518	67,274
120	8.329	9.225	10.126	11.038	11.967	12.919	13.901	49,976	55,349	60,754	66,226	71,799	77,512	83,404

Tabel 2.6.c Kecepatan Belt berdasarkan lump size [3]

Belt Width		Maximum Lump Size (mm)		Grain or other free flowing, non abrasive material	Recommended Maximum Belt Speed (m/min)	
		All lumps 20° Surcharge	10% lumps 20° Surcharge		Coal, damp clay, Soft ores, overbuden and earth. Finecrushed sronc	Heavy, hard, sharp-edged ore, coarse-crushed stone
400	16	75	100	150	125	110
500	20	100	125	150	125	110
600	24	120	150	220	180	150
650	26	125	175	220	180	150
750	30	150	210	220	180	150
800	32	175	250	220	180	150
900	36	180	285	300	240	180
1000	40	200	325	300	240	180
1050	42	210	340	300	240	180
1200	48	250	400	300	240	180
1400	56	275	450	320	280	180
1600	64	325	525	320	280	180
1800	72	350	600	320	280	180
2000	80	400	650	350	320	180

2.2.8 Perhitungan Tegangan dan Daya Belt

2.2.8.1 Tegangan Efektif, Te

Komponen rumus tegangan efektif belt adalah :

$$T_x = \text{tahanan akibat gesekan pada idler (lbs)} \\ = L \times K_x \times k_t \text{-----} (2.3)$$

$$T_{ye} = \text{tahanan belt flexure pada carrying idler (lbs)} \\ = L \times K_y \times W_b \times K_t \text{-----} (2.4)$$

$$T_{yr} = \text{tahanan belt flexure pada return idler (lbs)} \\ = L \times 0,0015 \times W_b \times K_t \text{-----} (2.5)$$

$$T_{ym} = \text{tahanan material flexure (lbs)} \\ = L \times K_y \times W_m \text{-----} (2.6)$$

$$T_m = \text{tahanan material lift (+) atau lower (-) (lbs)} \\ = H \times W_m \text{-----} (2.7)$$

$$T_p = \text{tahanan pulley (lbs)} \\ = \text{Lihat bab 2.8.5}$$

$$T_{am} = \text{tahanan percepatan material (lbs)} \\ = 2,8755 \times 10^{-4} \times Q \times (v v_0) \text{-----} (2.8)$$

$$T_{ac} = \text{tahanan dari aksesoris (lbs)} \\ = \text{Lihat bab 2.8.6}$$

Maka rumus tegangan efektif adalah:

$$T_e = T_x + T_{yc} + T_{yr} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac} \text{---} (2.9)$$

Dimana:

$$L = \text{Panjang conveyor (ft).}$$

$$K_t = \text{faktor koreksi ambient temperature.}$$

$$K_x = \text{faktor gesekan idler (lbs/ft).}$$

$$K_y = \text{faktor untuk menghitung gaya belt dan beban flexure pada idler.}$$

$$W_b = \text{berat belt (lbs/ft).}$$

$$W_m = \text{berat material} = \frac{33,33 \times Q}{v} \text{-----} (2.10)$$

$$Q = \text{kapasitas conveyor.}$$

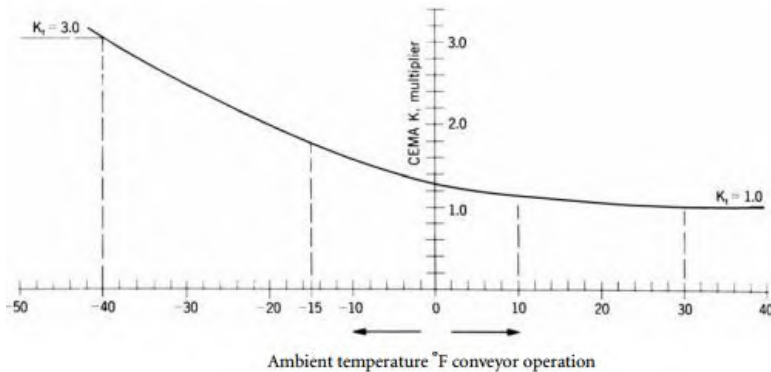
$$v = \text{kecepatan belt (fpm).}$$

v_0 = kecepatan initial material saat penjatuhan didaerah loading (fpm).

H = jarak vertical material lift atau lower (ft).

2.2.8.2 Faktor Koreksi Ambient Temperatur, K_t

Tahanan putaran idler dan tahanan flexure pada belt meningkat pada operasi cuaca dingin. Pada cuaca dingin yang ekstrim diperlukan pelumasan lebih pada idler untuk mencegah peningkatan tahanan putaran idler untuk mencegah peningkatan tahanan putaran idler. Gambar 2.6 menunjukkan hubungan nilai K_t dengan temperatur.



Gambar 2.6. Variation of Temperature factor, K_t with temperature [2]

2.2.8.3 Faktor Gesekan Idler, K_x

Rumus K_x dapat dihitung dengan rumus:

$$K_x = 0,00068 (W_b + W_m) + \frac{A_i}{S_i} \text{-----} (2.11)$$

Dimana nilai:

A_i = 1,5 untuk 6 inch dia. Idler roll.

A_i = 1,8 untuk 5 inch dia. Idler roll.

$A_i = 2,3$ untuk 4 inch dia. Idler roll.

$A_i = 2,4$ untuk 7 inch dia. Idler roll.

$A_i = 2,8$ untuk 8 inch dia. Idler roll.

2.2.8.4 Faktor Perhitungan Gaya Belt dan Beban Flexure pada Idler, K_y

Kedua tahanan belt terhadap flexure yang bergerak diatas idler dan tahanan beban flexure material diatas belt yang bertumpu pada idler menghasilkan gaya tegangan belt K_y adalah faktor perkalian untuk menghitung gaya tegangan ini. Nilai K_y dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7a. Faktor K_y , Value [2]

Conveyor Length (ft)	$W_D + W_m$ (lbs/ft)	Percent Slope						
		0	3	6	9	12	24	33
		Approximate Degrees						
		0	2	3.5	5	7	14	18
250	20	0.035	0.035	0.034	0.031	0.031	0.031	0.031
	50	0.035	0.034	0.033	0.032	0.031	0.028	0.027
	75	0.035	0.034	0.032	0.032	0.030	0.027	0.025
	100	0.035	0.033	0.032	0.031	0.030	0.026	0.023
	150	0.035	0.035	0.034	0.033	0.031	0.025	0.021
	200	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.024	0.018
400	250	0.035	0.035	0.035	0.035	0.033	0.021	0.018
	300	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.019	0.018
	20	0.035	0.034	0.032	0.030	0.030	0.030	0.030
	50	0.035	0.033	0.031	0.029	0.029	0.026	0.025
	75	0.034	0.033	0.030	0.029	0.028	0.024	0.021
	100	0.034	0.032	0.030	0.028	0.028	0.022	0.019
500	150	0.035	0.034	0.031	0.028	0.027	0.019	0.016
	200	0.035	0.035	0.033	0.030	0.027	0.016	0.014
	250	0.035	0.035	0.034	0.030	0.026	0.017	0.016
	300	0.035	0.035	0.034	0.029	0.024	0.018	0.018
	20	0.035	0.033	0.031	0.030	0.030	0.030	0.030
	50	0.034	0.032	0.030	0.028	0.028	0.024	0.023
600	75	0.033	0.032	0.029	0.027	0.027	0.021	0.019
	100	0.033	0.031	0.029	0.028	0.026	0.019	0.016
	150	0.035	0.033	0.030	0.027	0.024	0.016	0.016
	200	0.035	0.035	0.030	0.027	0.023	0.016	0.016
	250	0.035	0.035	0.030	0.025	0.021	0.016	0.015
	300	0.035	0.035	0.029	0.024	0.019	0.018	0.018
800	20	0.035	0.032	0.030	0.029	0.029	0.029	0.029
	50	0.033	0.030	0.029	0.027	0.026	0.023	0.021
	75	0.032	0.030	0.028	0.026	0.024	0.020	0.016
	100	0.032	0.030	0.027	0.025	0.022	0.016	0.016
	150	0.035	0.031	0.026	0.024	0.019	0.016	0.016
	200	0.035	0.031	0.026	0.021	0.017	0.016	0.016
800	250	0.035	0.031	0.024	0.020	0.017	0.016	0.016
	300	0.035	0.031	0.023	0.018	0.018	0.018	0.018
	20	0.035	0.031	0.030	0.029	0.029	0.029	0.029
	50	0.032	0.029	0.028	0.026	0.025	0.021	0.018
	75	0.031	0.029	0.026	0.024	0.022	0.016	0.016
	100	0.031	0.028	0.025	0.022	0.020	0.016	0.016
800	150	0.034	0.028	0.023	0.019	0.017	0.016	0.016
	200	0.035	0.027	0.021	0.016	0.016	0.016	0.016
	250	0.035	0.026	0.020	0.017	0.016	0.016	0.016
	300	0.035	0.025	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018

Tabel 2.7b. Faktor K_y , Value [2]

Conveyor Length (ft)	$W_D + W_{ex}$ (lbs/ft)	Percent Slope						
		0	3	6	9	12	24	33
		Approximate Degrees						
		0	2	3.5	5	7	14	18
1000	50	0.031	0.028	0.026	0.024	0.023	0.019	0.016
	75	0.030	0.027	0.024	0.022	0.019	0.016	0.016
	100	0.030	0.026	0.022	0.019	0.017	0.016	0.016
	150	0.033	0.024	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.032	0.023	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016
	250	0.033	0.022	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016
1400	300	0.033	0.021	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
	50	0.029	0.026	0.024	0.022	0.021	0.016	0.016
	75	0.028	0.024	0.021	0.019	0.016	0.016	0.016
	100	0.028	0.023	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016
	150	0.029	0.020	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.030	0.021	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
2000	250	0.030	0.020	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.030	0.019	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
	50	0.027	0.024	0.022	0.020	0.018	0.016	0.016
	75	0.026	0.021	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016
	100	0.025	0.020	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	150	0.026	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
2400	200	0.024	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	250	0.023	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.022	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
	50	0.026	0.023	0.021	0.018	0.017	0.016	0.016
	75	0.025	0.021	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016
	100	0.024	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
3000	150	0.024	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.021	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	250	0.021	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.020	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
	50	0.024	0.022	0.019	0.017	0.016	0.016	0.016
	75	0.023	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	100	0.022	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	150	0.022	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	250	0.018	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018

2.2.8.5 Tahanan Pulley, T_p

Tahanan flexure belt disekitar permukaan pulley dan tahanan pulley untuk berputar pada bearingnya. Besarnya nilai tahanan pulley dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8. Belt Tension konversi ke Rotate Pulleys [2]

Location of pulleys	Degrees wrap of belt	Pounds tension at belt line
Tight side	150° to 240°	200 lbs per pulleys
Slack side	150° to 240°	150 lbs per pulleys
All other pulleys	Less than 150°	100 lbs per pulleys

Note : Double the above values for pulley shafts which are not operating in antifriction bearings

2.2.8.6 Tahanan Aksesoris, T_{ac}

Aksesoris conveyor antara lain : tripper, stacker, plows, belt-cleaning equipment/scrapper, dan skirtboard.

T_{tr} Tahanan tripper berasal dari pulley tripper dan berat belt pada tripper.

$$T_{tr} = T_{ptr} + H \cdot W_b \quad (\text{lbs}) \text{ ----- (2.12)}$$

T_{bc} Tahanan plows dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Discharge Plow Allowance [2]

Type of Plow	Additional Belt Pull per Plow, at Belt Line (lbs/in belt width)
Full V or single slant plow, removing all material from belt	5.0
Partial V or single slant plow, removing half material from belt	3.0

T_{pi} Tahanan dari peralatan belt-cleaning/scrapper. Scrapper biasanya lebih dari satu dan bekerja menekan belt. Tahanan yang dibutuhkan sekitar 2 sampai 3 lbs/inch dari lebar belt.

$$T_{pc} = n \cdot 3 \cdot b \quad (\text{lbs}) \text{ ----- (2.13)}$$

Dimana, b = lebar belt (inch)

T_{sb} Tahanan gesekan pada karet skirtboard.

$$T_{sb} = (2 \cdot C_s \cdot L_b \cdot h_s^2) + (6 \cdot L_b) \quad (\text{lbs}) \quad \text{-----} \quad (2.14)$$

Dimana,

C_s = Faktor dari beberapa material pada tabel 2.10

L_b = Panjang skirtboard (ft)

H_s = Kedalaman material mengenai skirtboard

$$= 0,1 \times \text{lebar belt} \quad (\text{in})$$

Tabel 2.10. Skirtboard Friction Factor, C_s [2]

Material	Factor C_s	Material	Factor C_s	Material	Factor C_s
Alumina, pulv. dry	0.1210	Coke, ground fine	0.0452	Limestone, pulv., dry	0.1280
Ashes, coal, dry	0.0571	Coke, lumps and fines	0.0186	Magnesium chloride, dry	0.0276
Bauxite, ground	0.1881	Copra, lumpy	0.0203	Oats	0.0219
Beans, navy, dry	0.0798	Cullet	0.0836	Phosphate rock, dry, broken	0.1086
Borax	0.0734	Flour, wheat	0.0265	Salt, common, dry, fine	0.0814
Bran, granular	0.0238	Grains, wheat, corn or rye	0.0433	Sand, dry, bank	0.1378
Cement, Portland, dry	0.2120	Gravel, bank run	0.1145	Sawdust, dry	0.0086
Cement clinker	0.1228	Gypsum, ½" screenings	0.0900	Soda ash, heavy	0.0705
Clay, ceramic, dry fines	0.0924	Iron ore, 200 lbs/cu ft	0.2760	Starch, small lumps	0.0623
Coal, anthracite, sized	0.0538	Lime, burned, ½"	0.1166	Sugar, granulated dry	0.0349
Coal, bituminous, mined	0.0754	Lime, hydrated	0.0490	Wood chips, hogged fuel	0.0095

Sehingga tahanan aksesoris

$$T_{ac} = T_{tr} + T_{pl} + T_{bc} + T_{sb} \quad (\text{lbs}) \quad \text{-----} \quad (2.15)$$

2.2.8.7 Daya Belt

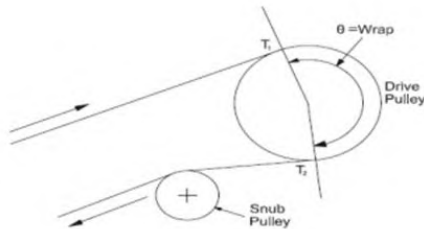
Daya yang dibutuhkan belt conveyor yang memiliki tegangan efektif, T_c pada drive pulley adalah:

$$P = \frac{33,33 \times Q}{v} \quad \text{-----} \quad (2.16)$$

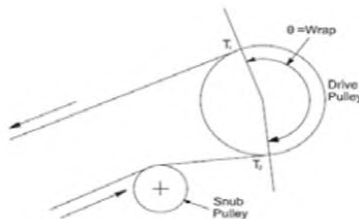
Dimana,	P = Daya belt	(hp)
	T_e = Tension efektif	(lbs)
	V = Kecepatan belt	(fpm)

2.2.8.8 Wrap Factor, C_w

Wrap factor adalah nilai yang digunakan untuk perhitungan tegangan efektif belt, T_e , yang dapat tergantung dari penempatan drive pulley. T_e dipengaruhi oleh koefisien gesekan yang terjadi antara pulley dan belt, wrap, dan nilai T_1 dan T_2 .



Gambar 2.7 Inline or horizontal conveyor, pulley driving belt



Gambar 2.8 Declined conveyor, lowering load with regeneration, belt driving pulley

$$T_e = T_1 - T_2 \text{-----} (2.17)$$

T_1 = Tegangan maksimum/ tight-side pada pulley (lbs)

T_2 = Tegangan slack-side pada pulley (lbs)

e = dasar logaritma naperian = 2,718

f = koefisien gesekan antara permukaan pulley dan permukaan belt (0,25 untuk bare pulley dan 0,35 untuk lagged pulley)

$$\theta = \text{factor wrap (lihat tabel 2.11)} = \frac{T_2}{T_e} = \frac{1}{e^{f\theta} - 1} \text{ --- (2.18)}$$

Tabel 2.11. Wrap Factor, C_w [2]

Type of Pulley Drive	θ Wrap	Automatic Takeup		Manual Takeup	
		Bare Pulley	Lagged Pulley	Bare Pulley	Lagged Pulley
Single, no snub	180°	0.84	0.50	1.2	0.8
Single with snub	200°	0.72	0.42	1.0	0.7
	210°	0.66	0.38	1.0	0.7
	220°	0.62	0.35	0.9	0.6
	240°	0.54	0.30	0.8	0.6
Dual*	380°	0.23	0.11	0.5	0.3
	420°	0.18	0.08	—	—

2.2.8.9 Belt Sag Antara Idler

Untuk belt conveyor jarak jauh, sag pada belt antara idler harus dibatasi untuk mencegah material tumpah pada tepi belt selama perjalanan. Sag antara idler sangat berhubungan dengan berat belt dan material, jarak idler dan tegangan belt.

$$\text{Sag} = \frac{W \times S_i^2}{8T} = \frac{(W_b + W_m) S_i^2}{e^{f\theta} - 1} \text{ --- (2.19)}$$

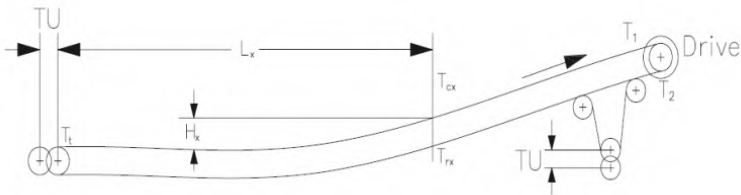
Tegangan minimum untuk menghasilkan presentase sag sebagai berikut:

$$\text{Untuk 3\% sag} \quad T_0 = 4,2 S_i (W_b + W_m) \text{ ---- (2.20)}$$

$$\text{Untuk 2\% sag} \quad T_0 = 6,25 S_i (W_b + W_m) \text{ --- (2.21)}$$

$$\text{Untuk 1,5\% sag} \quad T_0 = 8,4 S_i (W_b + W_m) \text{ ---- (2.22)}$$

2.2.8.10 Tegangan Belt pada Titik X Sepanjang Conveyor



Gambar 2.9 Horizontal Belt Conveyor with Vertical Curve, and Head Pulley Drive [2]

L_x = jarak titik X dari tail pulley

H_x = jarak vertical titik X pada sisi carrying

T_{cx} = tegangan belt titik X pada sisi carrying

T_{rx} = tegangan belt titik X pada sisi return

T_{yr} = tegangan belt pada sisi return akibat gesekan

T_p = tegangan pulley (lihat bab 2.2.8.5)

T_t = tegangan belt pada tail pulley

T_b = tegangan berat sisi carrying atau return pada belt untuk kemiringan konveyor

- T_{hp} = tegangan belt pada head pulley
 T_{wcx} = tegangan titik X pada sisi carrying hasil dari berat belt material yang dibawa
 T_{fcx} = tegangan titik X pada sisi carrying hasil dari gesekan
 T_{wrx} = tegangan titik X pada sisi return hasil dari berat kosong belt
 T_{frx} = tegangan titik X pada sisi return hasil dari gesekan

$$T_{yr} = 0,015 L W_b K_t \text{-----} (2.23)$$

$$T_t = T_2 + T_{yr} + T_p - T_b \text{-----} (2.24)$$

$$T_b = H \cdot W_b \text{-----} (2.25)$$

$$T_{wcx} = H_x (W_b + W_m) \text{-----} (2.26)$$

$$T_{fcx} = L_x \{ K_t (K_x + K_y) \} + L_x K_y W_m \text{-----} (2.27)$$

$$T_{wrx} = H_x W_b \text{-----} (2.28)$$

$$T_{frx} = 0,015 L_x W_b K_t \text{-----} (2.29)$$

$$T_{ex} = T_t + T_{wcx} + T_{fcx} \text{-----} (2.30)$$

$$T_{rx} = T_t + T_{wrx} + T_{frx} \text{-----} (2.31)$$

2.2.8.11 Berat Take-Up Gravity, T_{TU}

Rumus untuk mencari berat take-up:

$$T_{tu} = 2(T_2 + \frac{L'}{L} T_{yr} + T_p - T_b) \text{-----} (2.32)$$

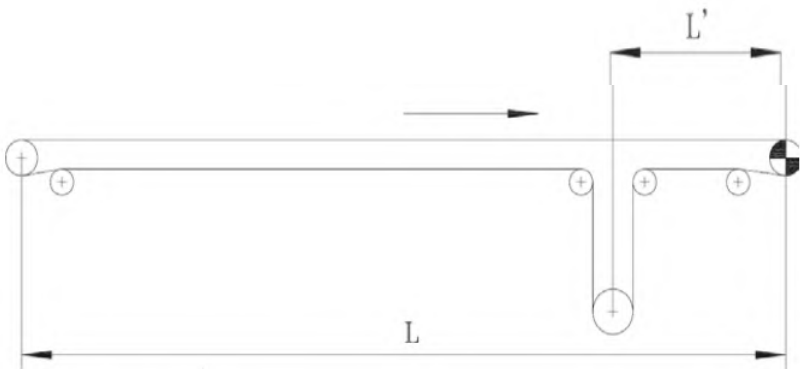
Dimana:

$$T_2 = T_1 - T_c \text{-----} (2.33)$$

$$T_{yr} = 0,015 L W_b K_t \text{-----} (2.34)$$

$$T_p = \text{lihat bab 2.2.8.5}$$

$$T_b = H \cdot W_b \text{-----} (2.35)$$



Gambar 2.10 Take up Gravity [2]

2.2.9 Pemilihan Pulley

Pulley dipilih untuk dapat mengatasi tegangan belt yang tertinggi yang bekerja padanya. Pulley pada rancangan menggunakan seperti pada gambar tabel di bawah:

Tabel 2.12. Drive Pulley Dimension [2]

Belt Width	Drive Pulley			
	Dimensions			
	Diameter Pulley (ØD)	Shaft Bearing (Ød)	W P	Bearing Center
600	Ø 406	Ø 85	750	975
800	Ø 406	Ø 85	950	1225
1000	Ø 508	Ø 100	1150	1315
1200	Ø 600	Ø 125	1350	1690
1400	Ø 800	Ø 160	1550	2000
1600	Ø 800	Ø 160	1750	2000

Tabel 2.13. Non-Drive Pulley Dimension [2]

Belt Width	Drive Pulley			
	Dimensions			
	Diameter Pulley (ØD)	Shaft Bearing (Ød)	W P	Bearing Center
600	Ø 166	Ø 50	750	975
	Ø 218	Ø 60	750	975
	Ø 267	Ø 75	750	975
	Ø 318	Ø 80	750	975
800	Ø 165	Ø 50	950	1050
	Ø 215	Ø 60	950	1050
	Ø 267	Ø 75	950	1050
	Ø 318	Ø 75	950	1050
1000	Ø 215	Ø 60	1150	1315
	Ø 267	Ø 60	1150	1315
	Ø 318	Ø 75	1150	1315
	Ø 405	Ø 85	1150	1315
1200	Ø 267	Ø 80	1350	1690
	Ø 318	Ø 75	1350	1690
	Ø 406	Ø 90	1350	1690
	Ø 508	Ø 110	1350	1690

2.2.10 Pemilihan Belt

Belt adalah merupakan komponen utama dalam desain sistem belt conveyor, karena:

- Belt merupakan komponen yang membawa material.
- Belt merupakan komponen yang bersentuhan langsung

dengan material dan menerima segala perlakuan dari material contohnya pembebanan impact, abrasi, dan lainnya.

- Belt adalah komponen yang akan aus. Desain yang tidak baik akan mengakibatkan belt cepat aus dan sobek dan akan menyebabkan biaya yang mahal dalam perawatan.

Dalam merancang sebuah sistem conveyor perancang harus menggunakan standard lebar belt yang digunakan secure internasional. Standard lebar belt dalam millimeter adalah 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400, 2600, 2800, 3000, 3200. Dalam inchi 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 72, 84, dan 96.

Belt terbuat dari carcass dan karet, seperti ditunjukkan pada gambar 2.11 berikut.



Gambar 2.11 Potongan belt [2]

Top conveyor thickness : t_1

Carcass thickness : t_2

Bottom cover thickness : t_3

Belt total thickness : $t_4 = t_1 + t_2 + t_3$

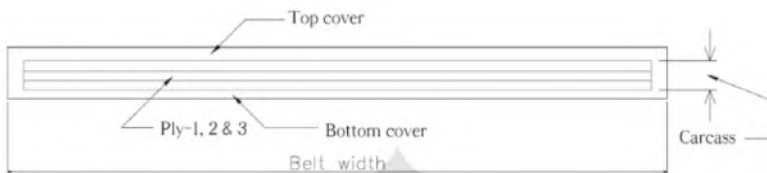
2.2.10.1 Tipe Belt

Jenis textile belt terdiri dari : camel hair, cotton (woven atau sewed), duck cotton, dan rubberized textile belt. Belt conveyor harus memenuhi persyaratan: tidak menyerap air (low hygroscopicity), kekuatan tinggi, ringan, pertambahan panjang spesifik rendah (low specific elongation), fleksibilitas tinggi, lapisan tidak mudah lepas (high resistivity to ply separation), dan tahan lama (long service life).

Ada 2 tipe dari carcass. Textile fabric dan steel cord. Berdasarkan hal tersebut ada 2 tipe belt yang penamaannya dihubungkan dengan jenis carcass pada belt. 2 tipe dari Belt itu adalah 1. Textile fabric belt, 2. Steel cord belt.

1. TEXTILE FABRIC BELTS

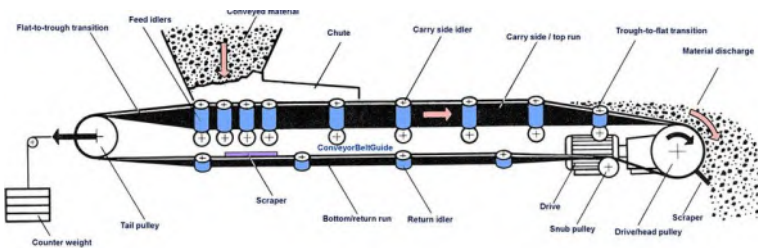
Belt tipe ini mempunyai carcass pabrikan. Pada umumnya cover terbuat dari rubber (karet). Cover dapat juga terbuat dari bahan PVC. Menurut penamaan dari belt di kenal luas sebagai 'Textile fabric rubber belt', 'Textile fabric PVC belt', dan lainnya. Carcass textile fabric terdiri dari satu lapisan khusus atau lebih dari plies.



Gambar 2.12. Multi-ply Belt cross-section [2]

2. STEEL CORD BELTS

Belt tipe Steel Cord memiliki Carcass (terisi bearing) terbuat dari steel cord (kadang-kadang ini disebut sebagai sling atau kabel baja). Steel cord diletakkan parallel dalam satu lapisan dan dilapisi karet untuk membentuk permukaan belt yang menyambung. tipe belt ditunjukkan seperti pada gambar 2.13.



Gambar 2.13. Belt Cross Section dari Steel Cord Belts [2]

2.2.11 Pemilihan Idler

Konveyor belt membutuhkan penopang antara Head dan Tail pulley yang berada berdekatan. Saat belt bergerak, penopang ini harus berada dalam bentuk roller untuk menghindari belt keluar jalur dari penopangnya. Pergerakan belt sama dengan pergerakan berputar roller pada kecepatan yang sama, sehingga belt bergerak diatas roller penopang tanpa keluar dari jalur. Pada dasarnya roller sangat penting bagi konveyor belt.

Roller menopang belt tanpa memiliki daya, dan berputar didasari karena pergerakan dari belt. Oleh karena itu roller ini disebut idler roller. Penopang yang menopang belt memiliki satu atau lebih roller, dan juga frame untuk dudukan roller-roller ini. Umumnya mereka dinamakan:

- 'idler' atau 'set idler' yang artinya penopang sempurna berdasarkan pada unit roller bersama dengan mounting frame nya atau sambungan mounting.
- Roll atau roller atau idler-roller berarti roller sebenarnya yang bersentuhan dengan belt.

Kejelasan mengenai nama-nama ini sangat penting untuk menggambarkan idler dan untuk menghindari kebingungan saat bekerja dengan menggunakan idler.

Fungsi dari idler:

- Untuk menopang belt sekaligus bersama material yang dibawanya, tanpa memperlambat pergerakan belt.

- Untuk menopang belt pada saat kembali, tanpa memperlambat pergerakan belt.
- Untuk membentuk belt dengan bentuk tertentu, agar memudahkan belt membawa material yang dibawahnya.
- Menyediakan penopang khusus pada belt saat loading point, bertujuan memberikan penempatan yang tepat bagi material diatas belt, dengan resiko kerusakan yang minimum pada belt.
- Belt merubah bentuknya dari rata menjadi sesuai dengan bentuk Tail Pulley, dan berubah lagi menjadi rata di Head Pulley. Transition idler lah yang merubah bentuk belt pada lokasi-lokasi ini, dengan peregangan minimal pada belt.
- Idler dibutuhkan untuk memperbaiki kesejajaran belt, contohnya, idler harus secara otomatis menempatkan belt centerline dengan konveyor center line. Ini sangat penting karena kesejajaran yang dilakukan oleh Head dan Tail pulley hanya berjarak kurang dari 10 meter dari Head dan Tail End.

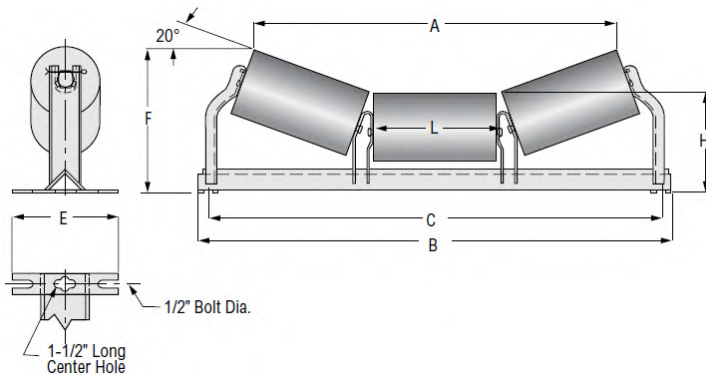
2.2.11.1 Frame Idler

Pada dasarnya ada 2 tipe idler yaitu tipe Fixed Frame dan tipe Garland. Idler Fixed Frame memiliki roller yang diletakkan diatas frame baja. Idler-idler ini sangat sering digunakan secara luas untuk seluruh jenis konveyor. Idler Garland, atau yang biasa disebut idler catenary, memiliki roller flexible yang tersambung. Ada beberapa tipe dari Fixed Frame idler berdasarkan pada fungsi khusus. Di bawah ini ada beberapa macam idler yang biasanya digunakan dan namanya terkenal di dunia industri.

1. Troughing Idler

Biasanya, 'Troughing idler' berisi 3 roller tipe trough idler untuk menahan belt yang bergerak. Central Roller ditempatkan horizontal, sementara side roller diposisikan pada sudut 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, atau 45°. Inklinasi side roller dari garis horizontal dikenal sebagai sudut troughing.

Untuk belt dengan lebar yang pendek atau sedang, sudut bending nya dalam jangkauan yang rendah karena mem-bending belt akan menjadi lebih sulit. Aplikasi standar untuk Troughing Idler adalah ke-tiga roller identik dan dapat ditukar, sehingga mengurangi stok spare-part.



Gambar 2-14. Trough Carrying Idler [2]

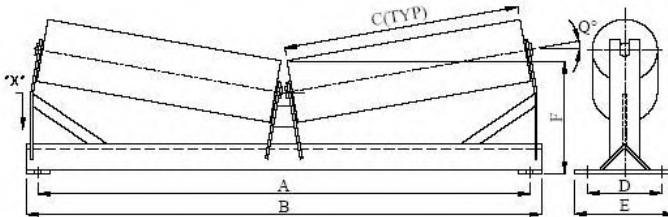
2. V-Trough carrying idler

Idler ini digunakan di tempat yang biasanya menggunakan 3 roller. Idler-idler seperti ini berbiaya lebih rendah karena tipikal, termasuk hanya menggunakan 4 bearing daripada 6 bearing. Bagaimanapun juga, kelebihanannya akan terlihat apabila ukuran bearing tidak berubah dari ukuran minimum yang digunakan.

Idler ini tidak menyediakan penopang untuk bongkahan material, yang berakibat terpusatnya tekanan pada belt, yang menyebabkan cepatnya belt menjadi terkikis.

Idler ini menggunakan sudut 20° inklinasi.

Idler ini biasanya digunakan untuk belt dengan ukuran yang kecil, dan untuk menghantarkan material dengan ukuran yang terbatas.



Gambar 2-15. V-type Carrying Idler [2]

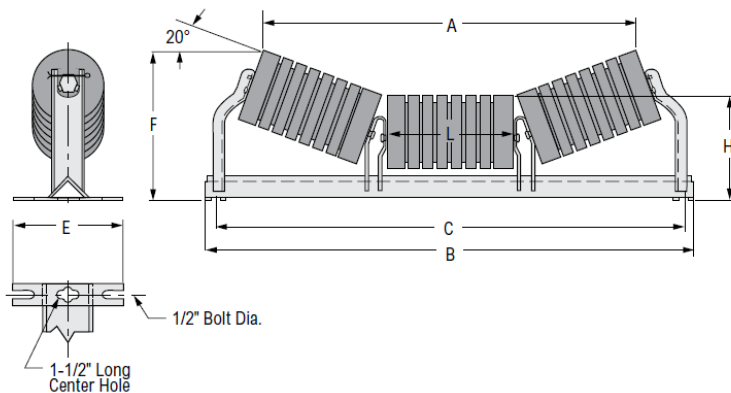
3. Impact Idler

Impact idler umumnya terdiri dari 3 roller yang dibending. Sudut bending impact idler, panjang roller, atau kuantitas roller normalnya sama dengan idler-idler lain yang dibending dalam sebuah konveyor.

Impact idler digunakan untuk menopang belt pada zona penerimaan material.

Impact idler dapat diandalkan saat menangani tumpahan dari material berat dengan menyerap daya benturan yang dihasilkan dari material yang jatuh dan untuk melindungi belt dari kerusakan.

Idler ini terdiri dari 3 nos roller dan penopang frame baja. Roller-roller ini standar dengan konstruksi tubular, akan tetapi memiliki komponen yang lebih kuat untuk menyamai kapasitas loading. Roller ini dipasang pada frame baja yang terukur untuk menyediakan sudut bending dari 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, atau 45°.

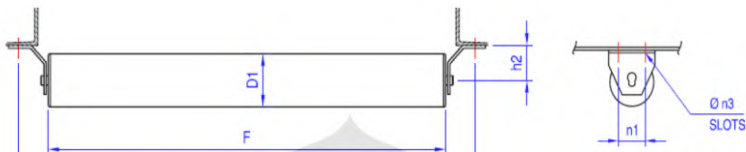


Gambar 2-16 Through Impact Idler [2]

4. Flat Return Idler (Single roll return idler)

Flat return idler memiliki single roller untuk memberi support pada saat belt conveyor berjalan kembali. Idler ini terdiri dari single roller dan 2 nos bracket yang dipasang dibawah conveyor stinger.

Idler ini sangat luas dipakai untuk belt dengan jangkauan rendah dan juga murah.



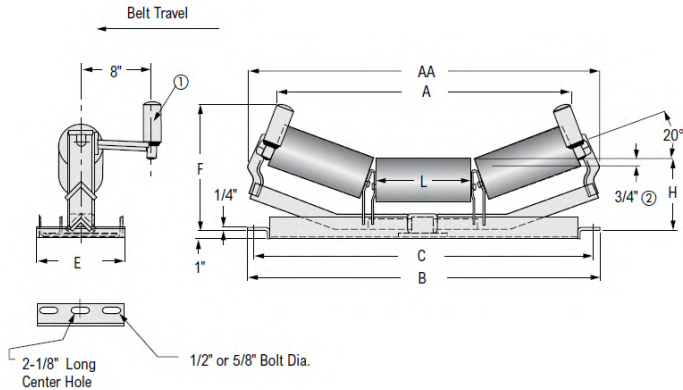
Gambar 2-17. Flat Return Idler [2]

5. Self-aligning carrying idlers (S.A. Carrying idlers)

S.A. carrying idler digunakan pada belt yang bergerak dengan interval antara 15 sampai 21 meter berdasarkan lieu standard untuk idler conveyor.

Idler ini menggunakan 3 roller, 2 roller, atau single roller yang sangat tepat untuk idler carrying. Idler ini memiliki roller atas

yang dipasang diatas Frame swiveling, yang tentunya berputar pada frame stationary. Roller pengarah berbentuk vertical disediakan pada tiap ujung swiveling-frame, yang akan mendorong belt kearah conveyor center line.

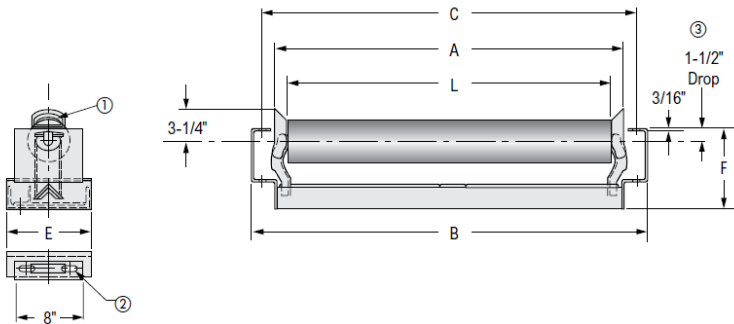


Gambar 2-18. Self-aligning Carrying Idler [2]

6. Self-aligning return idlers (S.A. return idlers)

Idler ini digunakan pada belt bergerak dengan interval antara 21 sampai 30 meter, pada tempat yang biasanya return idler berada. Idler ini menggunakan kekuatannya pada return belt yang bergerak pada saat belt keluar dari garis pusat konveyor.

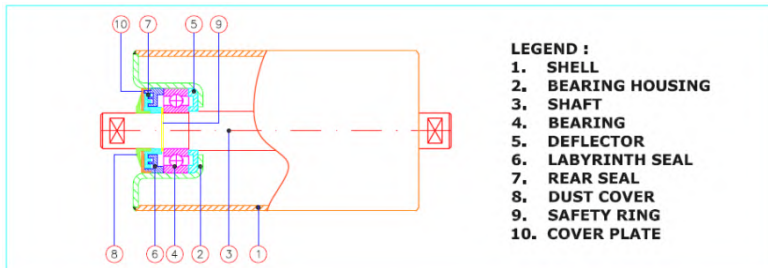
Idler ini menggunakan single roller atau dua roller yang standard dengan yang digunakan pada konveyor umumnya. Roller atas dipasang pada swiveling-frame, yang tentunya bergerak pada frame stationary. Frame stationery di mur dengan kuat pada badan konveyor. Roller pengarah yang berbentuk vertical dipasang pada tiap sisi swiveling frame, untuk mendorong belt untuk mencapai kesejajaran.



Gambar 2-19. Self-aligning Return Idler [2]

2.2.11.2 Roller

Roller adalah komponen paling penting dari konveyor, sama seperti komponen lain yang bersentuhan langsung dengan belt dan kegunaannya pada konveyor. Konstruksi tipikal dari roller seperti ditunjukkan pada gambar.



Gambar 2-20. Detail of roller internal construction (typical) [2]

2.2.11.3 Pemilihan Idler

Untuk pemilihan idler, dimana data ukuran idler dan perhitungan idler berasal dari catalog perusahaan tersebut. Rumus yang digunakan adalah:

$$W_c = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{2} \text{-----} (2.36)$$

$$W_1 = \frac{1000 \times Q}{60 \times v} \times \frac{2}{3} \times S_1 \text{-----} (2.37)$$

$$W_2 = W_b \times \frac{1}{3} \times S_i \text{ ----- (2.38)}$$

$$W_R = \frac{(W_b \times S_i) + W_3}{2} \text{ ----- (2.39)}$$

$$L_{ah} = 500 \times a_1 \times a_2 \times a_3 \times \left(\frac{33,3}{n} \right) \times \left(\frac{C}{W_c} \right)^3 \text{ ----- (2.40)}$$

Dimana	L_{ah}	= umur pakai (h)
	a_1	= veliability factor (90%) = 1
	a_2	= factor material = 3
	a_3	= kondisi operasi = 1
	n	= jumlah revolusi pada roller (rpm)
	C	= basic dynamic load rating (kg)
	W	= radial load (kg) = W_C atau W_R
	W_C	= radial load pada bearing dari carrying roller (kg)
	W_1	= berat material pada center roller (kg)
	W_2	= berat belt pada center roller (kg)
	W_3	= berat rotating part pada roller (kg)
	P	= jarak antara idler (m)
	Q	= Kapasitas conveyor (tph)
	W_R	= radial load pada bearing dari return roller (kg)

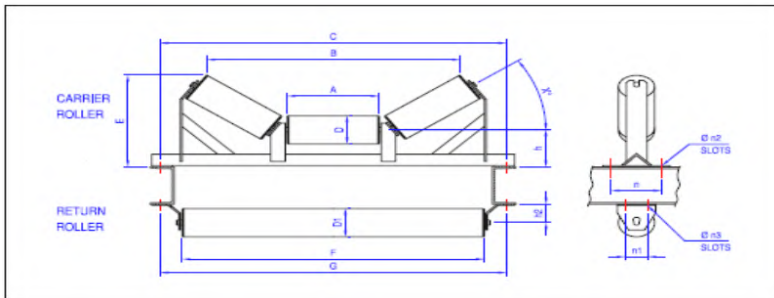
Tabel 2.14 Arrangement of Idler Spacing [2]

Belt Width		Normal Spacing of Carrying Idlers (m)						Spacing of Return Idlers (m)		
		Bulk Density (t/m ³)								
		0.5	0.8	1.2	1.6	2.4	3.2			
(mm)	(inch)									
500	20	1.65	1.50	1.35	1.35	1.20	1.20	2.4		
600	24	1.50	1.35		1.20					
650	26									
750	30				1.20					
800	32									
900	36									
1000	40		1.20	1.10	1.10	1.10				
1050	42				1.0					
1200	48	1.35	1.20	1.10			1.0			
1400	56	1.20				0.9	0.9	2.0		
1600	64	1.20	1.10	0.9						
1800	72									
2000	80									
2200	88									
2400	90									
2600	104	1.10	1.10	1.0	0.9	0.8	0.8			
2800	112									
3000	120									

Tabel 2.15 Roller Diameter and Bearing Number [2]

Roller Diameter		Standard			Bearing Number				
					6203	6204	6205	6206	6207
(mm)	(inch)	JIS	ISO	CEMA					
63.5	2.5		O		O				
76.1	3		O		O				
88.9	3.5		O						
89.1		O			O	O			
101.6	4		O	O		O	O		
108	4.25		O			O	O		
114.3	4.5	O				O	O		
127	5		O	O			O	O	
133	5.23		O				O	O	
139.8	5.5	O					O	O	
152.4	6		O	O				O	O
159	6.25		O					O	O
165.2	6.5	O						O	O
168.3	6.62		O					O	O
177.8	7			O				O	O

Tabel 2.16 Through Carrying Idler and Return Idler [2]



CARRIER - ROLLER											
TYPE	BELT	DIMENSIONS						X = 25°		X = 35°	
	WIDTH	D	A	C	h	n	n2	B	E	B	E
KR-060-3C	600	89	210	840	140	150	14x30	640	278	589	307
KR-080-3C	800	114	292	1090	150	160	14x30	868	331	769	371
KR-100-3C	1000	114	370	1315	180	180	14x30	1112	366	1028	419
KR-120-3C	1200	139	420	1480	180	180	14x30	1258	434	1161	495
KR-140-3C	1400	165	500	1700	250	200	16x30	1493	557	1380	627

RETURN - ROLLER							
TYPE	BELT	DIMENSIONS					
	WIDTH	D1	F	G	h2	n1	n3
KR-060-1CR	600	89	700	840	75	70	14x30
KR-080-1CR	800	114	950	1090	75	70	14x30
KR-100-1CR	1000	114	1150	1315	75	70	14x30
KR-120-1CR	1200	139	1350	1480	90	100	14x30
KR-140-1CR	1400	165	1550	1700	145	120	16x30

2.2.12 Teknik Splice

Teknik Splice adalah teknik untuk menyambung belt conveyor. Proses penyambungan menggunakan penyambungan dingin (Cold Splicing), berikut ini adalah langkah- langkah yang dilakukan dalam penyambungan belt conveyor:

1. Menggambar Sambungan.

Bias (Sudut sambungan)

$0,3 \times \text{Lebar Belt} = 1200 \times \text{EP } 800/4P$

$$1200 \times 0,3 = 360 \text{ mm}$$

Menggambar sambungan sesuai ukuran belt/standard BANDO.

2. Mengupas perstep dari permukaan sambungan pakai pisau cutter / pisau potong.

3. Penggerindaan.

Menggerinda semua permukaan sambungan sampai bekas potongan pisau kena gerinda semua.

Kwalitas : Gerinda tidak boleh mengenai permukaan Canvas.

4. Pembersihan.

Membersihkan semua permukaan sambungan dari sisa-sisa bekas gerinda.

Dibersihkan pakai cleaning solven pakai majun.

5. Pengeleman.

Pengeleman dilakukan dua kali:

Pengeleman pertama tipis dan merata, setelah kering kira-kira 10 menit baru dilakukan pengeleman kedua.

Pengeleman kedua tebal dan merata tunggu ± 20 menit.

6. Penyambungan.

Setelah lem kering di lap pakai cleaning solven pakai lap bersih (maju bersih).

7. Pengerolan.

Pengerolan pakai hand roll.

Pengerolan harus merata supaya tidak ada angin yang tertinggal.

8. Finishing.

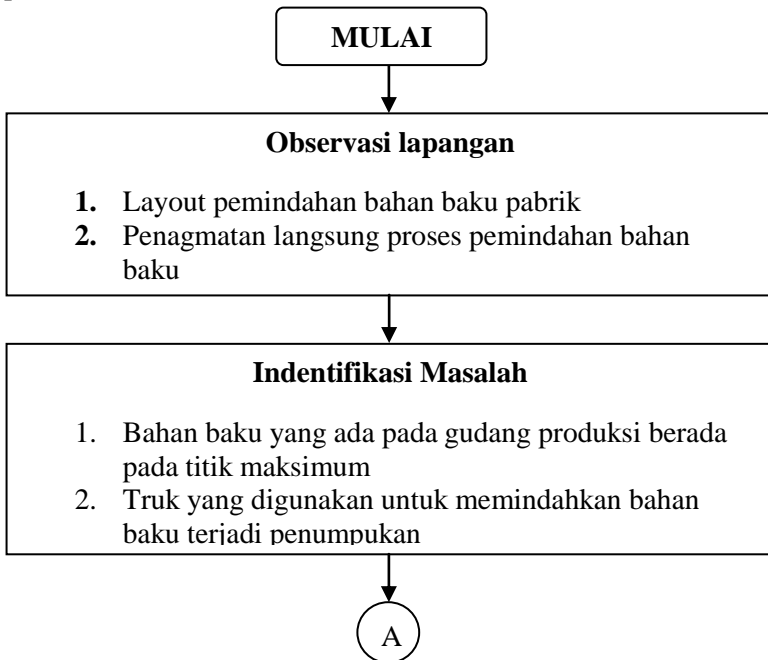
Ujung sambungan top dan bottom dan pinggir

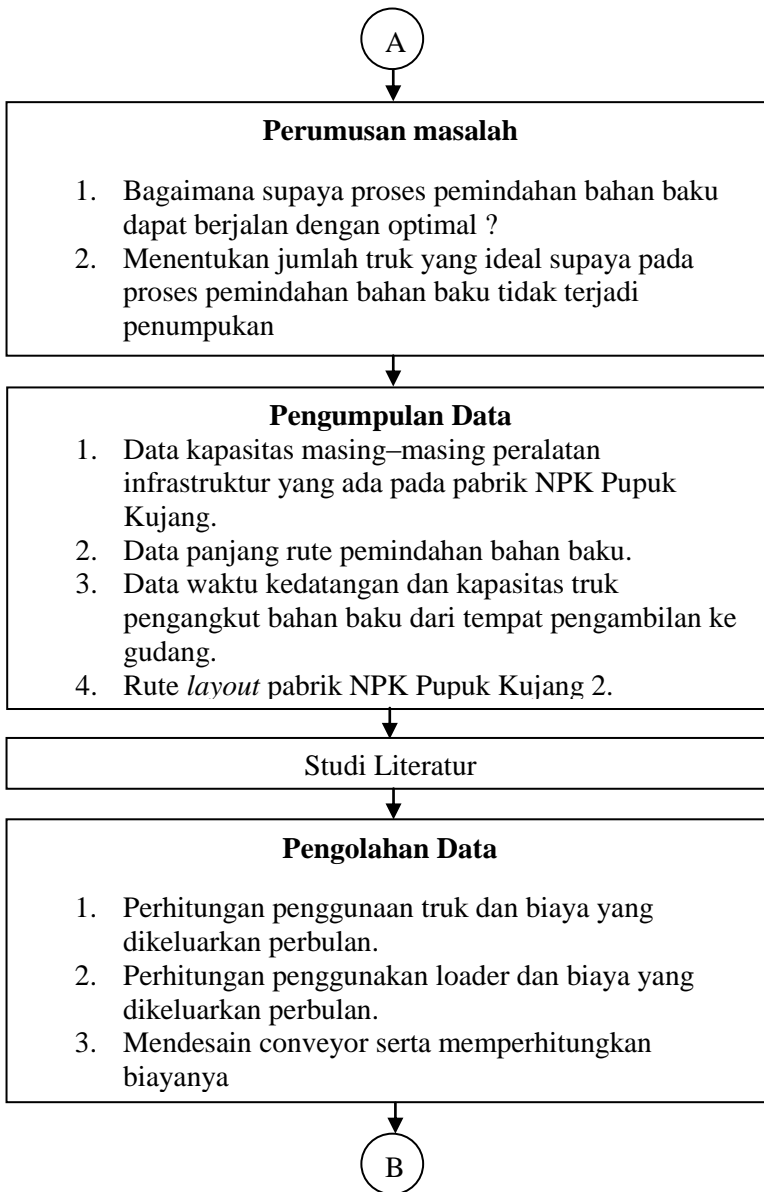
sambungan kanan kiri pakai buffing.
Setelah di finishing di lem lagi.

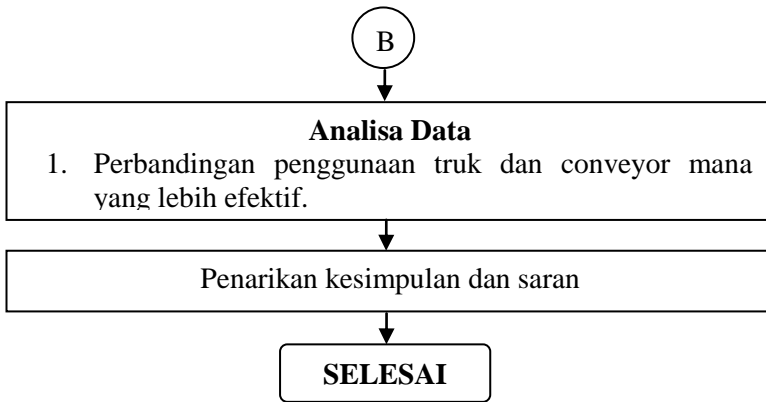
BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Penelitian

Metodologi pemecahan masalah adalah suatu tahapan atau cara yang disusun secara sistematis yang dijadikan pedoman untuk menyelesaikan masalah. Dengan menerapkan metodologi pemecahan masalah, maka suatu penyelesaian masalah akan menjadi lebih terarah dan memberikan kemudahan dalam menganalisis masalah sampai kegiatan menyimpulkan semua permasalahan yang ada. Berikut adalah diagram alir yang menggambarkan langkah-langkah pemecahan masalah dalam penelitian ini:







Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Observasi Lapangan

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan observasi lapangan. Observasi lapangan dilakukan dengan cara pengamatan langsung untuk mengetahui tata letak lantai produksi di pabrik. Dalam observasi lapangan juga didapatkan data tertulis berupa profil perusahaan (*company profile*).

3.2.2 Identifikasi Permasalahan

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang dapat dijadikan topik Tugas Akhir. Tahap ini juga menyangkut area dari PT. Pupuk Kujang yang dapat digunakan sebagai objek penelitian. Hal yang menjadi dasar dari identifikasi masalah adalah permasalahan seperti yang telah dikemukakan sebelumnya pada latar belakang.

3.2.3 Perumusan Masalah

Setelah masalah teridentifikasi, maka tahap selanjutnya adalah merumuskan masalah yang ingin diteliti dan difokuskan

untuk dicari solusinya dan dianalisis lebih lanjut. Seperti telah dibahas pada bab 1 bahwa perumusan masalah yang dikemukakan dalam penelitian ini antara lain mengenai solusi pemindahan bahan baku dari gudang utama menuju gudang produksi secara optimal.

3.2.4 Pengumpulan Data

Tahap ini menyangkut pengumpulan data-data yang ada di PT. Pupuk Kujang. Data-data tersebut yaitu:

1. Data kapasitas masing – masing peralatan infrastruktur yang ada pada PT. Pupuk Kujang
2. Peralatan infrastruktur tersebut adalah *loader, hopper, truck*.
2. Data panjang rute pemindahan bahan baku.
3. Data waktu yang digunakan untuk mengambil dan menyimpan bahan baku pembuat pupuk.
4. Layout proses pembuatan pupuk PT Pupuk Kujang

3.2.5 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan tujuan mempelajari berbagai literatur seperti buku, jurnal, maupun laporan tugas akhir tahun-tahun sebelumnya yang berkaitan dengan proses pemindahan bahan baku, supaya dapat lebih memahami dan mengetahui langkah-langkah dalam melakukan pengolahan data, menentukan solusi permasalahan pemindahan bahan baku, dan memberikan analisis yang tepat dan akurat sesuai literatur yang digunakan. Selain itu peneliti juga melakukan studi pada penelitian sebelumnya dan beberapa jurnal mengenai proses pemindahan bahan baku.

3.2.6 Pengolahan Data

Setelah mengumpulkan data kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengolahan data dalam beberapa tahap. Berikut adalah urutan tahapan pengolahan data:

1. Menghitung jumlah truk ideal yang digunakan untuk memindahkan bahan baku dari gudang utama menuju gudang produksi serta menghitung biaya penyewaan truk, operator

truk, dan bahan bakar truk.

2. Menghitung jumlah pemakaian loader ideal yang digunakan untuk memindahkan bahan baku dari gudang produksi menuju hopper serta menghitung biaya penyewaan loader, operator loader, dan bahan bakar loader.
3. Mendesain conveyor untuk memindahkan bahan baku dari gudang utama menuju gudang produksi yang sesuai dengan lingkungan pabrik sehingga bahan baku dapat terkirim sebelum bahan baku yang ada di gudang produksi habis, serta menghitung biaya yang dibutuhkan untuk membuat conveyor.
4. Membandingkan hasil perhitungan antara penggunaan truk dengan penggunaan conveyor dari aspek biaya operasional.

3.2.7 Analisa Data

Secara umum dari perhitungan truk, loader, dan conveyor dapat dianalisa jumlah truk dan *loader* yang digunakan secara ideal, supaya proses produksi pupuk dapat berjalan dengan lancar, dan penyimpanan pada gudang produksi tidak melebihi kapasitas ataupun kekurangan bahan baku (pada saat bahan baku dibutuhkan dapat diambil dari gudang produksi dengan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan).

Serta dapat diketahui mana yang lebih optimal penggunaan truk atau penggunaan conveyor untuk memindahkan bahan baku dari gudang utama menuju gudang produksi dengan membandingkan aspek biaya operasional, biaya yang dikeluarkan perbulan, dan waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan bahan baku.

3.2.8 Penarikan Kesimpulan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian Tugas Akhir ini. Setelah membandingkan penggunaan truk dengan penggunaan conveyor untuk memindahkan bahan baku dari gudang utama menuju gudang produksi, maka akan dapat ditemukan alternatif yang paling baik dan bisa dijadikan sebagai kesimpulan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Biaya dan Penggunaan Truk

Supaya proses pemindahan bahan baku dapat berjalan dengan optimal menggunakan truk maka dibutuhkan jumlah truk yang sesuai supaya pada saat proses pemindahan bahan baku tidak terjadi penumpukan bahan baku di gudang produksi dan tidak terjadi kekurangan bahan baku di gudang produksi.

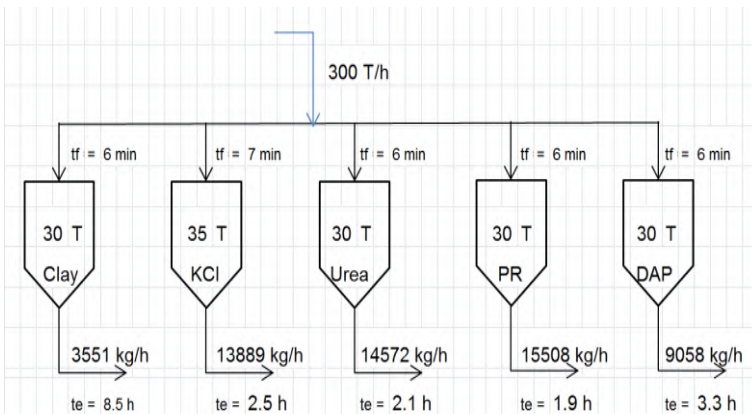
Pada gambar 4.1 dijelaskan jalur pemindahan bahan baku menggunakan truk dari gudang utama menuju gudang produksi dengan jarak total 3 km.



Gambar 4.1 Alur pemindahan bahan baku menggunakan truk [8]

Supaya proses produksi berjalan dengan lancar dan tidak kekurangan bahan baku, maka output yang dibutuhkan untuk

proses produksi pupuk harus dipenuhi dengan bahan baku yang tersedia di gudang produksi, maka truk untuk memindahkan bahan baku tidak boleh kekurangan supaya proses produksi pupuk dapat berjalan. Pada gambar 4.2 dijelaskan output yang dibutuhkan masing masing bahan baku supaya dapat memproses pupuk.



Gambar 4.2 bahan baku yang dibutuhkan untuk memproses pupuk [1]

Dari gambar 4.2 dijelaskan bahwan untuk dapat memproses pupuk memerlukan 3,5 ton/jam untuk bahan baku clay, 13,9 ton/jam untuk bahan baku KCL, 14,6 ton/jam untuk bahan baku urea, 15,5 ton/jam untuk bahan baku rock phospate, dan 9 ton/jam untuk bahan baku DAP. Sehingga dibutuhkan total 56,5 ton/jam bahan baku untuk dapat memproses pupuk.

4.1.1 Data Informasi Truk

- Jarak gudang utama ke gudang produksi = 3km = 3000 m
- Kapasitas truk = 5 ton
- Kecepatan truk = 20 km/jam = 333,3 m/menit
- Waktu untuk memindahkan bahan baku = 9 menit
- Loading atau unloading bahan baku = 2 menit

- Output yang dibutuhkan = 56,578 ton/jam
- Output bahan baku clay = 3,551 ton/jam
- Output bahan baku KCL = 13,889 ton/jam
- Output bahan baku urea = 14,572 ton/jam
- Output bahan baku rock phosphate = 15,508 ton/jam
- Output bahan baku DAP = 9,058 ton/jam

4.1.2 Perhitungan Penggunaan Truk

Bahan baku clay memerlukan output 3,551 ton/jam:

$$3,551 \times 24 = 85,224 \text{ ton/hari}$$

$$85,224 / 5 = 17,0448 \text{ trip}$$

Bahan baku KCL memerlukan output 13,889 ton/jam:

$$13,889 \times 24 = 333,336 \text{ ton/hari}$$

$$333,336 / 5 = 66,6672 \text{ trip}$$

Bahan baku urea memerlukan output 14,572 ton/jam:

$$14,572 \times 24 = 349,728 \text{ ton/hari}$$

$$349,728 / 5 = 69,9456 \text{ trip}$$

Bahan baku rock phosphate memerlukan output 15,508 ton/jam:

$$15,508 \times 24 = 372,192 \text{ ton/hari}$$

$$372,192 / 5 = 74,4384 \text{ trip}$$

Bahan baku DAP memerlukan output 9,058 ton/jam:

$$9,058 \times 24 = 217,392 \text{ ton/hari}$$

$$217,392/5 = 43,4784 \text{ trip}$$

Total truk perjalanan:

$$17,0448 + 66,6672 + 69,9456 + 74,4384 + 43,4784 = 271,5744 \text{ trip}$$

Waktu truk satu trayek (loading, pemindahan bahan baku, unloading):

$$2 \text{ menit (loading)} + 9 \text{ menit (dari gudang utama ke gudang produksi)} + 2 \text{ menit (unloading)} + 9 \text{ menit (dari gudang produksi ke gudang utama)} = 22 \text{ menit}$$

Waktu penggunaan truk:

$$24 \text{ jam} = 1440 \text{ menit}$$

$$1440 \text{ menit} / 22 \text{ menit/trip} = 65,45454 \text{ trip/truk}$$

Truk yang digunakan:

$$271,5744 \text{ trip} / 65,45454 \text{ trip/truk} = 4,149 \text{ truk} = 5$$

truk

Maka dari perhitungan diatas didapat pemindahan bahan baku menggunakan truk adalah 5 truk.

4.1.3 Perhitungan Biaya Penggunaan Truk

Berikut adalah data untuk biaya penggunaan truk

- Biaya makan supir truk = Rp 80.000/hari
= Rp 2.400.000/bulan

- Biaya supir truk = Rp 4.500.000/bulan
- Biaya penyewaan truk = Rp 25.000.000/bulan

Biaya bensin truk

Truk mengkonsumsi solar dalam sehari adalah 200 liter

200 liter x Rp 5.150 = Rp 1.030.000/hari = Rp 30.900.000/bulan

Biaya supir truk

Supir truk sehari kerja 8 jam, sehingga untuk 24 jam membutuhkan 3 shift atau 3 supir truk

Rp 4.500.000/bulan x 3 = Rp 13.500.000/bulan

Biaya makan supir truk

Rp 2.400.000/bulan x 3 = Rp 7.200.000/bulan

Total biaya penyewaan 5 truk

= (Rp 7.200.000 x 5) + (Rp 13.500.000 x 5) + (Rp 25.000.000 x 5) + (Rp 30.900.000 x 5)

= Rp 36.000.000 + Rp 67.500.000 + Rp 125.000.000 + Rp 154.500.000

= Rp 383.000.000

Dari perhitungan diatas didapat bahwa biaya yang perlu dikeluarkan perbulan untuk menyewa 5 truk dengan kapasitas 5 ton adalah sebesar Rp 383.000.000.

4.1.4 Perhitungan Biaya Penggunaan Loader dan Bulldoser

Dibutuhkan loader yang berfungsi untuk meletakkan atau loading bahan baku yang terletak pada gudang utama ke dalam truk, berikut adalah perhitungan biaya penggunaan loader:

Berikut adalah data untuk biaya penggunaan loader:

- Biaya makan operator = Rp 80.000/hari
= Rp 2.400.000/bulan
- Gaji operator = Rp 6.500.000/bulan
- Biaya penyewaan loader = Rp 60.000.000/bulan

Biaya bensin loader (menggunakan solar industri dengan harga 1 liter Rp 7.550)

Loader mengkonsumsi solar industri dalam sehari adalah 200 liter.

$$200 \text{ liter} \times \text{Rp } 7.550 = \text{Rp } 1.510.000/\text{hari} = \text{Rp } 45.300.000/\text{bulan}$$

Biaya supir truk.

Operator alat berat sehari kerja 8 jam, sehingga untuk 24 jam membutuhkan 3 shift atau 3 operator alat berat.

$$\text{Rp } 6.500.000/\text{bulan} \times 3 = \text{Rp } 9.500.000/\text{bulan}$$

Biaya makan operator alat berat adalah:

$$\text{Rp } 2.400.000/\text{bulan} \times 3 = \text{Rp } 7.200.000/\text{bulan}$$

Total biaya penyewaan loader adalah:

$$= \text{Rp } 7.200.000 + \text{Rp } 9.500.000 + \text{Rp } 60.000.000 + \text{Rp } 45.300.000$$

$$= \text{Rp } 122.000.000$$

Dari perhitungan di atas didapat bahwa biaya yang perlu dikeluarkan perbulan untuk menyewa 1 loader adalah sebesar Rp 122.000.000.

Dibutuhkan bulldoser yang berfungsi untuk meratakan bahan baku yang terletak pada gudang produks, berikut adalah perhitungan biaya penggunaan bulldoser.

Berikut adalah data untuk biaya penggunaan bulldoser:

- Biaya makan operator = Rp 100.000/hari
= Rp 2.400.000/bulan
- Gaji operator = Rp 6.500.000/bulan
- Biaya penyewaan loader = Rp 60.000.000/bulan

Biaya bensin loader (menggunakan solar industri dengan harga 1 liter Rp 7.550).

Bulldoser mengkonsumsi solar industri dalam sehari adalah 200 liter.

$$200 \text{ liter} \times \text{Rp } 7.550 = \text{Rp } 1.510.000/\text{hari} = \text{Rp } 45.300.000/\text{bulan}$$

Operator alat berat sehari kerja 8 jam, sehingga untuk 24 jam membutuhkan 3 shift atau 3 operator alat berat.

$$\text{Rp } 6.500.000/\text{bulan} \times 3 = \text{Rp } 9.500.000/\text{bulan}$$

Biaya makan operator alat berat.

$$\text{Rp } 2.400.000/\text{bulan} \times 3 = \text{Rp } 7.200.000/\text{bulan}$$

Total biaya penyewaan loader.

$$= \text{Rp } 7.200.000 + \text{Rp } 9.500.000 + \text{Rp } 60.000.000 + \text{Rp } 45.300.000$$

$$= \text{Rp } 122.000.000$$

Dari perhitungan di atas didapat bahwa biaya yang perlu dikeluarkan perbulan untuk menyewa 1 bulldoser adalah sebesar Rp 122.000.000.

4.1.5 Total Biaya Penggunaan Loader, Bulldoser, Truk

Dari perhitungan di atas didapat bahwa biaya total yang dibutuhkan untuk menyewa 1 unit loader, 1 unit bulldoser, dan 5 unit truk adalah

$$= \text{Rp } 383.000.000 + \text{Rp } 122.000.000 + \text{Rp } 122.000.000$$

$$= \text{Rp } 627.000.000/\text{bulan}$$

Total biaya yang harus dikeluarkan perbulan adalah Rp 627.000.000 sehingga dalam setahun membutuhkan biaya sebesar Rp 7.524.000.000 untuk memindahkan bahan baku menggunakan 1 unit loader, 1 unit bulldoser, dan 5 unit truk.

4.2 Desain Conveyor dan Perhitungan Biaya

Alternatif pemindahan bahan baku lainnya adalah menggunakan conveyor. Pada gambar 4.3 adalah rancangan jalur pemindahan bahan baku menggunakan conveyor dari gudang utama menuju gudang produksi.



Gambar 4.3 rancangan jalur pemindahan bahan baku menggunakan conveyor [8]

Conveyor yang akan dibuat berfungsi untuk memindahkan bahan baku dari gudang utama menuju gudang produksi dan jalur yang digunakan terdapat 4 tikungan, sehingga untuk membelokkan conveyor dibutuhkan transfer tower, dengan rancangan jalur pemindahan bahan baku diatas terdapat 4 transfer tower di setiap tikungan conveyor. Supaya pemindahan bahan baku berjalan dengan otomatis dan secara terus menerus pada gudang produksi akan dipasang portal scraper yang berfungsi untuk mengangkat bahan baku yang ada di gudang utama dan bahan baku tersebut masuk kedalam conveyor. pada gudang produksi akan dipasang tripper yang berfungsi untuk meletakkan bahan baku secara otomatis sehingga proses pemindahan bahan baku dapat berjalan dengan terus menerus dan secara otomatis. maka dengan rancangan jalur pemindahan bahan baku tersebut

akan dibutuhkan 5 belt conveyor, 4 transfer tower, 1 portal scraper, dan 1 triper.



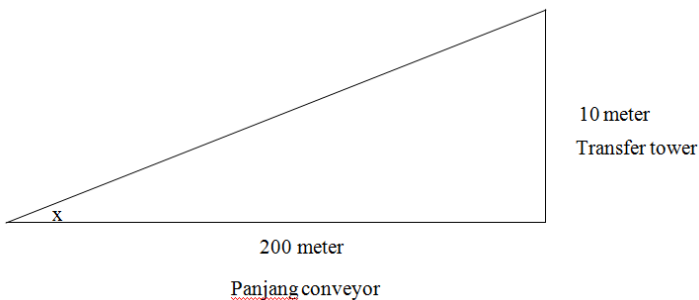
Gambar 4.4 Rancangan jalur pemindahan bahan baku menggunakan conveyor [8]

Gambar 4.4 merupakan rancangan jalur pemindahan bahan baku lengkap dengan letak transfer tower.

4.2.1 Desain Transfer Tower

Transfer tower berfungsi untuk membelokkan conveyor pada jalur tikungan, dari skema rancangan jalur pemindahan bahan baku seperti diatas terdapat 4 titik tikungan sehingga dibutuhkan 4 transfer tower untuk membelokkan jalur conveyor. Transfer tower yang akan dipakai memiliki tinggi 10 meter supaya jalur conveyor yang melewati jalan tinggi sehingga mobil dapat berjalan tanpa adanya hambatan.

Gambar 4.5 di bawah akan menjelaskan perhitungan untuk mencari kemiringan conveyor dari pintu keluar gudang utama menuju transfer tower 1 yang memiliki ketinggian 10 meter. Dari tabel 2.3 dijelaskan bahwa untuk mengangkut material seperti clay sudut kemiringan maksimal dari conveyor adalah 20° sehingga apabila conveyor memiliki kemiringan lebih kecil dari 20° dikatakan aman tetapi apabila memiliki kemiringan lebih dari 20° dikatakan tidak aman karena jenis bahan baku clay yang akan dibawa akan turun karena gaya gravitasi dan sudutnya terlalu besar.



Gambar 4.5 Menentukan sudut kemiringan belt conveyor

$$\tan \theta = \frac{10 \text{ meter}}{200 \text{ meter}}$$

$$\tan \theta = 0,05$$

$$\theta = 0,04995^\circ$$

$$\theta = 0,05^\circ$$

Dari perhitungan diatas didapat sudut kemiringan conveyor dari pintu keluar gudang utama hingga transfer tower 1 adalah $0,05^\circ$ sehingga dengan bahan baku clay yang memiliki

sudut kemiringan conveyor maksimal 20° akan aman dengan desain konveyor yang akan dibuat dengan perhitungan sudut kemiringan sebesar $0,05^\circ$.

4.2.2 Desain Conveyor

Dengan rancangan jalur pemindahan bahan baku tersebut maka belt conveyor akan dibagi menjadi 5 bagian. Belt conveyor 1 terletak pada gudang utama hingga transfer tower 1, dimana pada gudang utama terdapat portal scraper yang memiliki ketinggian 1 meter sepanjang 100 meter setelah itu belt conveyor akan naik ketinggiannya hingga transfer tower 2 yang memiliki ketinggian 10 meter. Belt conveyor 2 terletak pada transfer tower 1 hingga transfer tower 2 dengan panjang 400 meter. Belt conveyor 3 terletak pada transfer tower 2 hingga transfer tower 3 dengan panjang 400 meter. Belt conveyor 4 terletak pada transfer tower 3 hingga transfer tower 4 dengan panjang 300 meter. Belt conveyor 5 terletak pada transfer tower 4 hingga gudang produksi dengan panjang 100 meter, dan pada gudang produksi terdapat tripper.

4.2.2.1 Data Informasi Awal Rancangan

Spesifikasi awal yang ditetapkan:

- Kapasitas yang diinginkan : 100 ton/jam

Lokasi dan temperatur :

- Temperatur : $23^\circ\text{C} - 37^\circ\text{C}$
- Jarak conveyor 1 : 300 meter
- Jarak conveyor 2 : 400 meter
- Jarak conveyor 3 : 400 meter
- Jarak conveyor 4 : 300 meter
- Jarak conveyor 5 : 100 meter

keterangan:

Conveyor 1 terletak pada gudang utama hingga transfer tower 1

Conveyor 2 terletak pada transfer tower 1 hingga transfer tower 2

Conveyor 3 terletak pada transfer tower 2 hingga transfer tower 3

Conveyor 4 terletak pada transfer tower 3 hingga transfer tower 4

Conveyor 5 terletak pada transfer tower 4 hingga gudang produksi

Spesifikasi material angkut (lihat tabel 2.1)

- Nama : Clay, KCL, DAP, urea, rock phosphate
- Massa jenis : 1,76 ton/m³
- Sudut repose : 30°
- Sudut surcharge : 20°

4.2.2.2 Kecepatan Belt

Diketahui:

- Lebar belt : 600 mm
- A (area cross-section) : 0,03356 (lihat tabel 2.5)
- Angle of surcharge : 20°
- Through angle : 30°
- Densitas (γ) : 1,76
- Kapasitas : 100 ton/jam

$$Q = 60 \cdot A \cdot v \cdot \gamma$$

$$v = \frac{Q}{A \cdot \gamma \cdot 60} = \frac{100}{0,03356 \cdot 1,76 \cdot 60} = 23,630 \text{ m/min}$$

$$\approx 0,44 \text{ m/sec}$$

Dibanding dengan tabel 2.6 diketahui $v_{\max} = 600 \text{ fpm} \approx 180 \text{ m/min}$, maka desain aman karena $23,630 < 180 \text{ m/min}$

4.2.2.3 Berat Material dan Belt

4.2.2.3.1 Berat Material (W_m)

$$W_m = \frac{1000 \times Q}{60 \times v} = \frac{1000 \times 100}{60 \times 26,630}$$

$$W_m = 62,586 \text{ kg/m} \approx 42,055 \text{ lb/ft}$$

4.2.2.3.2 Berat Belt (W_b)

$$W_b = 9 \text{ kg/m} \approx 6,047 \text{ lb/ft} \quad (\text{lihat tabel 2.16})$$

4.2.2.4 Pemilihan Idler

Berdasarkan bab 2.2.11.3, pemilihan idler untuk lebar belt 600 mm, adalah :

4.2.2.4.1 Carrying Idler

$$d = 89 \text{ mm} \quad (\text{lihat tabel 2.18})$$

$$S_i = 1,2 \text{ m} \quad (\text{lihat tabel 2.14})$$

$$W_1 = \frac{1000 \times Q}{60 \times v} \times \frac{2}{3} \times S_i = \frac{1000 \times 100}{60 \times 26,630} \times \frac{2}{3} \times 1,2$$

$$= 50,068 \text{ kg}$$

$$W_2 = W_b \times \frac{1}{3} \times S_i = 9 \times \frac{1}{3} \times 1,2 = 3,6 \text{ kg}$$

$$W_3 = 2,5 \times 3 = 7,5 \text{ kg} \quad (\text{lihat tabel 2.16})$$

$$W_c = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{2} = \frac{50,068 + 3,6 + 7,5}{2} = 30,582 \text{ kg}$$

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 26,630}{\pi \times 89} = 95,242 \text{ rpm}$$

Bearing dipilih No 6204 dengan C = 1000 kg (lihat tabel 2.15)

$$L_{ah} = 500 \times a_1 \times a_2 \times a_3 \times \left(\frac{33,3}{n} \right) \times \left(\frac{C}{W_c} \right)^3$$

$$L_{ah} = 500 \times 1 \times 3 \times 1 \times \left(\frac{33,3}{95,242} \right) \times \left(\frac{1000}{30,584} \right)^3$$

$$L_{ah} = 183229328,6 \text{ h}$$

Conveyor beroperasi 24 jam/hari dan 1 tahun = 355 hari

$$\text{Umur bearing} \quad L_{ah} / (24 \cdot 355) = 2151,329 \text{ tahun}$$

4.2.2.4.2 Return Idler

$$d = 89 \text{ mm} \quad (\text{lihat tabel 2.18})$$

$$S_i = 2,4 \text{ m} \quad (\text{lihat tabel 2.14})$$

$$W_3 = 5,3 \quad (\text{lihat tabel 2.10})$$

$$W_R = \frac{(W_b \times S_i) + W_3}{2} = \frac{(9 \times 2,4) + 5,2}{2} = 13,4 \text{ kg}$$

Bearing dipilih No 6204 dengan C = 1000 kg (lihat tabel 2.15)

$$L_{ah} = 500 \times a_1 \times a_2 \times a_3 \times \left(\frac{33,3}{n} \right) \times \left(\frac{C}{W_c} \right)^3$$

$$L_{ah} = 500 \times 1 \times 3 \times 1 \times \left(\frac{33,3}{95,242} \right) \times \left(\frac{1000}{13,4} \right)^3$$

$$L_{ah} = 130767414,9 \text{ h}$$

Conveyor beroperasi 24 jam/hari dan 1 tahun = 355 hari

$$\text{Umur bearing} \quad L_{ah} / (24 \cdot 355) = 23022,432 \text{ tahun}$$

4.2.2.5 Perhitungan Tegangan dan Daya Belt

4.2.2.5.1 Data yang Diketahui

B = Lebar belt = 600 mm = 24 inch

W_b = Berat belt = 9 kg/m = 6,047 lbs/ft

W_m = Berat material = 62,586 kg/m = 42,055 lb/ft

S_i = Jarak antar idler untuk carrying run = 1,2 m = 3,937 ft

Jarak antar idler untuk return run = 2,4 m = 7,874 ft

L_1 = Panjang conveyor 1 = 300 m = 984,252 ft

L_2 = Panjang conveyor 2 = 400 m = 1312,34 ft

L_3 = Panjang conveyor 3 = 400 m = 1312,34 ft

L_4 = Panjang conveyor 4 = 300 m = 984,252 ft

L_5 = Panjang conveyor 5 = 100 m = 328,084 ft

H = Ketinggian transfer tower = 10 m = 32,808 ft

v = Kecepatan conveyor = 26,630 m/min = 0,443 m/sec

Q = Kapasitas conveyor = 100 ton/jam

4.2.2.5.2 Faktor K_t (Faktor Koreksi Temperatur Lingkungan)

T = 23°C - 37°C = 44,78 °F - 52,56°F

K_t = 1 (lihat gambar 2.6)

4.2.2.5.3 Faktor K_x (Faktor Gesekan Idler)

Diameter roller = 89 mm = 3,5 inch

$$\begin{aligned}
 K_x &= 0,00068 \times (W_b + W_m) + A_i/S_i = [0,00068 \times (6,047 + 42,037)] + (2,3/3,9) \\
 &= 0,616 \text{ lbs/ft}
 \end{aligned}$$

4.2.2.5.4 Perhitungan Conveyor 1

4.2.2.5.4.1 Faktor K_y (Faktor Perhitungan Gaya Belt dan Beban Flexure Pada Idler)

Conveyor 1 dibagi menjadi 2 bagian karena conveyor yang ada di gudang utama memiliki ketinggian sama dengan tanah karena pada conveyor tersebut terdapat portal scraper panjang conveyor tersebut adalah 100 m dan conveyor yang lainnya adalah conveyor yang ada pada pintu keluar gudang utama hingga transfer tower 1 dengan panjang 200 meter.

Conveyor 1 pada gudang utama

$$L = 100 \text{ meter} = 328,084 \text{ ft}$$

$$W = W_b + W_m = 6,047 + 62,586 = 68,633 \text{ lbs/ft}$$

Berdasarkan tabel 2.7, K_y terletak antara 250 ft dan 400 ft

Untuk 250 ft $W_b + W_m$ terletak antara 50 dan 75 lbs/ft

Dengan interpolasi

$$\frac{68,633 - 50}{75 - 50} = \frac{K_y - 0,035}{0,035 - 0,035} \rightarrow K_y = 0,035$$

Untuk 400 ft $W_b + W_m$ terletak antara 50 dan 75 lbs/ft

Dengan interpolasi

$$\frac{68,633 - 50}{75 - 50} = \frac{K_y - 0,035}{0,034 - 0,035} \rightarrow K_y = 0,03425$$

Jadi interpolasi terakhir untuk $L = 328,084$ ft didapat

$$\frac{328,084 - 250}{400 - 250} = \frac{K_y - 0,035}{0,03425 - 0,035} \rightarrow K_y = 0,0346$$

Conveyor 1 pada pintu keluar gudang utama hingga transfer tower 1

$$L = 200 \text{ meter} = 656,168 \text{ ft}$$

$$W = W_b + W_m = 6,047 + 62,586 = 68,633 \text{ lbs/ft}$$

Berdasarkan tabel 2.7, K_y terletak antara 600 ft dan 800 ft

Untuk 600 ft $W_b + W_m$ terletak antara 50 dan 75 lbs/ft

Dengan interpolasi

$$\frac{68,633 - 50}{75 - 50} = \frac{K_y - 0,033}{0,032 - 0,033} \rightarrow K_y = 0,03225$$

Untuk 800 ft $W_b + W_m$ terletak antara 50 dan 75 lbs/ft

Dengan interpolasi

$$\frac{68,633 - 50}{75 - 50} = \frac{K_y - 0,032}{0,031 - 0,032} \rightarrow K_y = 0,03125$$

Jadi interpolasi terakhir untuk $L = 656,168$ ft didapat

$$\frac{328,084 - 600}{800 - 600} = \frac{K_y - 0,03225}{0,03125 - 0,03225} \rightarrow K_y = 0,03197$$

4.2.2.5.4.2 Tegangan Efektif

Conveyor 1 pada gudang utama

$$T_e = T_x + T_{yc} + T_{yr} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac} \text{ (lbs)}$$

Tahanan akibat gesekan pada idler (lbs)

$$T_x = L \times T_x \times K_t$$

$$T_x = 328,084 \times 0,6166 \times 1$$

$$T_x = 202,296 \text{ lbs}$$

Tahanan belt flexure pada carrying idler (lbs)

$$T_{yc} = L \times K_y \times W_b \times K_t$$

$$T_{yc} = 328,084 \times 0,0346 \times 6,04772 \times 1$$

$$T_{yc} = 68,651 \text{ lbs}$$

Tahanan belt flexure pada return idler (lbs)

$$T_{yr} = L \times 0,015 \times W_b \times K_t$$

$$T_{yr} = 328,084 \times 0,015 \times 6,04772 \times 1$$

$$T_{yr} = 29,762 \text{ lbs}$$

Tahanan material flexure (lbs)

$$T_{ym} = L \times K_y \times W_m$$

$$T_{ym} = 328,084 \times 0,0346 \times 42,037$$

$$T_{ym} = 477,191 \text{ lbs}$$

Tahanan material lift (+) atau lower (-) (lbs)

$$T_m = \pm H \times W_m$$

$$T_m = \pm 1 \times 42,037$$

$$T_m = 42,037 \text{ lbs}$$

Tahanan pulley (lbs)

$$T_p = [(4 \times 200) + (5 \times 150)] \times 0,445$$

$$T_p = (800 + 750) \times 0,445$$

$$T_p = 689,75 \text{ lbs}$$

Tahanan percepatan material (lbs)

$$T_{am} = 2,8755 \times 10^{-4} \times Q \times (V \pm V_0)$$

$$T_{am} = 2,8755 \times 10^{-4} \times 100 (87,368)$$

$$T_{am} = 2,512 \text{ lbs}$$

Tahanan dari aksesoris (lbs)

$$T_{ac} = T_{bc} + T_{pc}$$

Tahanan plows

$$T_{bc} = 5 \times B$$

$$T_{bc} = 5 \times 24$$

$$T_{bc} = 120 \text{ lbs}$$

Tahanan dari peralatan belt-cleaning/scraper

$$T_{pc} = n \times 3 \times B$$

$$T_{pc} = 5 \times 3 \times 24$$

$$T_{pc} = 360 \text{ lbs}$$

$$T_{ac} = 120 + 360 = 480 \text{ lbs}$$

$$\text{maka, } T_e = 202,296 + 68,651 + 29,762 + 477,292 + 42,037 + 689,75 + 2,512 + 480 \text{ (lbs)}$$

$$T_c = 1992,1992 \text{ lbs}$$

Conveyor 1 pada pada pintu keluar gudang utama hingga transfer tower 1

$$T_e = T_x + T_{yc} + T_{yr} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac} \text{ (lbs)}$$

Tahanan akibat gesekan pada idler (lbs)

$$T_x = L \times T_x \times K_t$$

$$T_x = 656,168 \times 0,6166 \times 1$$

$$T_x = 404,593 \text{ lbs}$$

Tahanan belt flexure pada carrying idler (lbs)

$$T_{yc} = L \times K_y \times W_b \times K_t$$

$$T_{yc} = 656,168 \times 0,03197 \times 6,04772 \times 1$$

$$T_{yc} = 126,898 \text{ lbs}$$

Tahanan belt flexure pada return idler (lbs)

$$T_{yr} = L \times 0,015 \times W_b \times K_t$$

$$T_{yr} = 656,168 \times 0,015 \times 6,04772 \times 1$$

$$T_{yr} = 59,524 \text{ lbs}$$

Tahanan material flexure (lbs)

$$T_{ym} = L \times K_y \times W_m$$

$$T_{ym} = 656,168 \times 0,03197 \times 42,037$$

$$T_{ym} = 882,059 \text{ lbs}$$

Tahanan material lift (+) atau lower (-) (lbs)

$$T_m = \pm H \times W_m$$

$$T_m = \pm 10 \times 42,037$$

$$T_m = 420,37 \text{ lbs}$$

Tahanan pulley (lbs)

$$T_p = [(4 \times 200) + (5 \times 150)] \times 0,445$$

$$T_p = (800 + 750) \times 0,445$$

$$T_p = 689,75 \text{ lbs}$$

Tahanan percepatan material (lbs)

$$T_{am} = 2,8755 \times 10^{-4} \times Q \times (V \pm V_0)$$

$$T_{am} = 2,8755 \times 10^{-4} \times 100 (87,368)$$

$$T_{am} = 2,512 \text{ lbs}$$

Tahanan dari aksesoris (lbs)

$$T_{ac} = T_{bc} + T_{pc}$$

Tahanan plows

$$T_{bc} = 5 \times B$$

$$T_{bc} = 5 \times 24$$

$$T_{bc} = 120 \text{ lbs}$$

Tahanan dari peralatan belt-cleaning/scrapper

$$T_{pc} = n \times 3 \times B$$

$$T_{pc} = 5 \times 3 \times 24$$

$$T_{pc} = 360 \text{ lbs}$$

$$T_{ac} = 120 + 360 = 480 \text{ lbs}$$

$$\text{maka, } T_e = 404,593 + 126,898 + 59,524 + 882,059 + 420,37 + 689,75 + 2,512 + 480 \text{ (lbs)}$$

$$T_e = 3065,376 \text{ lbs}$$

4.2.2.5.4.3 Perhitungan Daya Motor

Daya yang dibutuhkan belt conveyor yang memiliki tegangan efektif, T_e pada drive pulley adalah:

Conveyor 1 pada gudang utama

$$P = \frac{T_e \times v}{33000} \text{ (hp)}$$

$$P = \frac{1992,1992 \times 87,368}{33000} \text{ (hp)}$$

$$P = 5,274 \text{ hp}$$

$$P = 3,933 \text{ kw}$$

Conveyor 1 pada pintu keluar gudang utama hingga transfer tower 1

$$P = \frac{T_e \times v}{33000} \text{ (hp)}$$

$$P = \frac{3065,376 \times 87,368}{33000} \text{ (hp)}$$

$$P = 8,115 \text{ hp}$$

$$P = 6,051 \text{ kw}$$

Sehingga daya yang dibutuhkan pada conveyor 1 adalah 3,993 kw + 6,051 kw = 10,044 kw

4.2.2.5.5 Perhitungan Conveyor 2 dan Conveyor 3

Untuk perhitungan pada conveyor 2 sama dengan perhitungan conveyor 3 karena panjang conveyor sama yaitu 400 meter dan memiliki ketinggian yang sama yaitu 10 meter.

4.2.2.5.5.1 Faktor K_y (Faktor Perhitungan Gaya Belt dan Beban Flexure Pada Idler)

$$L = 400 \text{ meter} = 1312,34 \text{ ft}$$

$$W = W_b + W_m = 6,047 + 62,586 = 68,633 \text{ lbs/ft}$$

Berdasarkan tabel 2.7, K_y terletak antara 1000 ft dan 1400 ft

Untuk 1000 ft $W_b + W_m$ terletak antara 50 dan 75 lbs/ft

Dengan interpolasi

$$\frac{68,633 - 50}{75 - 50} = \frac{K_y - 0,031}{0,030 - 0,031} \rightarrow K_y = 0,03025$$

Untuk 1400 ft $W_b + W_m$ terletak antara 50 dan 75 lbs/ft

Dengan interpolasi

$$\frac{68,633 - 50}{75 - 50} = \frac{K_y - 0,029}{0,028 - 0,029} \rightarrow K_y = 0,02825$$

Jadi interpolasi terakhir untuk $L = 1312,34 \text{ ft}$ didapat

$$\begin{aligned} \frac{1312,34 - 1000}{1400 - 1000} &= \frac{K_y - 0,03025}{0,02825 - 0,03025} \rightarrow K_y \\ &= 0,02869 \end{aligned}$$

4.2.2.5.2 Tegangan Efektif

$$T_e = T_x + T_{yc} + T_{yr} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac} \text{ (lbs)}$$

Tahanan akibat gesekan pada idler (lbs)

$$T_x = L \times T_x \times K_t$$

$$T_x = 1312,34 \times 0,6166 \times 1$$

$$T_x = 809,188 \text{ lbs}$$

Tahanan belt flexure pada carrying idler (lbs)

$$T_{yc} = L \times K_y \times W_b \times K_t$$

$$T_{yc} = 1312,34 \times 0,02869 \times 6,04772 \times 1$$

$$T_{yc} = 227,726 \text{ lbs}$$

Tahanan belt flexure pada return idler (lbs)

$$T_{yr} = L \times 0,015 \times W_b \times K_t$$

$$T_{yr} = 1312,34 \times 0,015 \times 6,04772 \times 1$$

$$T_{yr} = 119,049 \text{ lbs}$$

Tahanan material flexure (lbs)

$$T_{ym} = L \times K_y \times W_m$$

$$T_{ym} = 1312,34 \times 0,02869 \times 42,037$$

$$T_{ym} = 15382,899 \text{ lbs}$$

Tahanan material lift (+) atau lower (-) (lbs)

$$T_m = \pm H \times W_m$$

$$T_m = \pm 10 \times 42,037$$

$$T_m = 420,37 \text{ lbs}$$

Tahanan pulley (lbs)

$$T_p = [(4 \times 200) + (5 \times 150)] \times 0,445$$

$$T_p = (800 + 750) \times 0,445$$

$$T_p = 689,75 \text{ lbs}$$

Tahanan percepatan material (lbs)

$$T_{am} = 2,8755 \times 10^{-4} \times Q \times (V \pm V_0)$$

$$T_{am} = 2,8755 \times 10^{-4} \times 100 (87,368)$$

$$T_{am} = 2,512 \text{ lbs}$$

Tahanan dari aksesoris (lbs)

$$T_{ac} = T_{bc} + T_{pc}$$

Tahanan plows

$$T_{bc} = 5 \times B$$

$$T_{bc} = 5 \times 24$$

$$T_{bc} = 120 \text{ lbs}$$

Tahanan dari peralatan belt-cleaning/scrapper

$$T_{pc} = n \times 3 \times B$$

$$T_{pc} = 5 \times 3 \times 24$$

$$T_{pc} = 360 \text{ lbs}$$

$$T_{ac} = 120 + 360 = 480 \text{ lbs}$$

$$\text{maka, } T_c = 809,188 + 227,726 + 119,049 + 15382,899 + 420,37 + 689,75 + 2,512 + 480 \text{ (lbs)}$$

$$T_c = 18131,163 \text{ lbs}$$

4.2.2.5.3 Perhitungan Daya Motor

Daya yang dibutuhkan belt conveyer yang memiliki tegangan efektif, T_e pada drive pulley adalah:

$$P = \frac{T_e \times v}{33000} \text{ (hp)}$$

$$P = \frac{18131,163 \times 87,368}{33000} \text{ (hp)}$$

$$P = 48,002 \text{ hp}$$

$$P = 35,795 \text{ kw}$$

4.2.2.5.6 Perhitungan Conveyor 4

4.2.2.5.6.1 Faktor K_y (faktor perhitungan gaya belt dan beban flexure pada idler)

$$L = 300 \text{ meter} = 984,232 \text{ ft}$$

$$W = W_b + W_m = 6,047 + 62,586 = 68,633 \text{ lbs/ft}$$

Berdasarkan tabel 2.7, K_y terletak antara 800 ft dan 1000 ft

Untuk 800 ft $W_b + W_m$ terletak antara 50 dan 75 lbs/ft

Dengan interpolasi

$$\frac{68,633 - 50}{75 - 50} = \frac{K_y - 0,032}{0,031 - 0,032} \rightarrow K_y = 0,03125$$

Untuk 1000 ft $W_b + W_m$ terletak antara 50 dan 75 lbs/ft

Dengan interpolasi

$$\frac{68,633 - 50}{75 - 50} = \frac{K_y - 0,031}{0,030 - 0,031} \rightarrow K_y = 0,03025$$

Jadi interpolasi terakhir untuk $L = 984,232$ ft didapat

$$\begin{aligned} \frac{984,232 - 800}{1000 - 800} &= \frac{K_y - 0,03125}{0,03025 - 0,03125} \rightarrow K_y \\ &= 0,030333 \end{aligned}$$

4.2.2.5.6.2 Tegangan efektif

$$T_e = T_x + T_{yc} + T_{yr} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac} \text{ (lbs)}$$

Tahanan akibat gesekan pada idler (lbs)

$$T_x = L \times T_x \times K_t$$

$$T_x = 984,252 \times 0,6166 \times 1$$

$$T_x = 606,889 \text{ lbs}$$

Tahanan belt flexure pada carrying idler (lbs)

$$T_{yc} = L \times K_y \times W_b \times K_t$$

$$T_{yc} = 984,252 \times 0,030333 \times 6,04772 \times 1$$

$$T_{yc} = 180,559 \text{ lbs}$$

Tahanan belt flexure pada return idler (lbs)

$$T_{yr} = L \times 0,015 \times W_b \times K_t$$

$$T_{yr} = 984,252 \times 0,015 \times 6,04772 \times 1$$

$$T_{yr} = 89,287 \text{ lbs}$$

Tahanan material flexture (lbs)

$$T_{ym} = L \times K_y \times W_m$$

$$T_{ym} = 984,252 \times 0,02869 \times 42,037$$

$$T_{ym} = 1254,726 \text{ lbs}$$

Tahanan material lift (+) atau lower (-) (lbs)

$$T_m = \pm H \times W_m$$

$$T_m = \pm 10 \times 42,037$$

$$T_m = 420,37 \text{ lbs}$$

Tahanan pulley (lbs)

$$T_p = [(4 \times 200) + (5 \times 150)] \times 0,445$$

$$T_p = (800 + 750) \times 0,445$$

$$T_p = 689,75 \text{ lbs}$$

Tahanan percepatan material (lbs)

$$T_{am} = 2,8755 \times 10^{-4} \times Q \times (V \pm V_0)$$

$$T_{am} = 2,8755 \times 10^{-4} \times 100 (87,368)$$

$$T_{am} = 2,512 \text{ lbs}$$

Tahanan dari aksesoris (lbs)

$$T_{ac} = T_{bc} + T_{pc}$$

Tahanan plows

$$T_{bc} = 5 \times B$$

$$T_{bc} = 5 \times 24$$

$$T_{bc} = 120 \text{ lbs}$$

Tahanan dari peralatan belt-cleaning/scrapper

$$T_{pc} = n \times 3 \times B$$

$$T_{pc} = 5 \times 3 \times 24$$

$$T_{pc} = 360 \text{ lbs}$$

$$T_{ac} = 120 + 360 = 480 \text{ lbs}$$

$$\text{maka, } T_c = 606,889 + 180,559 + 5952,48 + 1254,72 + 420,37 + 689,75 + 2,512 + 480 \text{ (lbs)}$$

$$T_c = 9586,955 \text{ lbs}$$

4.2.2.5.6.3 Perhitungan daya motor

Daya yang dibutuhkan belt conveyor yang memiliki tegangan efektif, T_e pada drive pulley adalah:

$$P = \frac{T_e \times v}{33000} \text{ (hp)}$$

$$P = \frac{9586,955 \times 87,368}{33000} \text{ (hp)}$$

$$P = 25,381 \text{ hp}$$

$$P = 18,927 \text{ kw}$$

4.2.2.5.7 Perhitungan Conveyor 5

4.2.2.5.7.1 Faktor K_y (faktor perhitungan gaya belt dan beban flexure pada idler)

$$L = 100 \text{ meter} = 328,084 \text{ ft}$$

$$W = W_b + W_m = 6,047 + 62,586 = 68,633 \text{ lbs/ft}$$

Berdasarkan tabel 2.7 , K_y terletak antara 250 ft dan 400 ft

Untuk 250 ft $W_b + W_m$ terletak antara 50 dan 75 lbs/ft

Dengan interpolasi

$$\frac{68,633 - 50}{75 - 50} = \frac{K_y - 0,035}{0,035 - 0,035} \rightarrow K_y = 0,035$$

Untuk 400 ft $W_b + W_m$ terletak antara 50 dan 75 lbs/ft

Dengan interpolasi

$$\frac{68,633 - 50}{75 - 50} = \frac{K_y - 0,035}{0,034 - 0,035} \rightarrow K_y = 0,03425$$

Jadi interpolasi terakhir untuk $L = 328,084$ ft didapat

$$\frac{328,084 - 250}{400 - 250} = \frac{K_y - 0,035}{0,03425 - 0,035} \rightarrow K_y = 0,0346$$

4.2.2.5.7.2 Tegangan efektif

$$T_e = T_x + T_{yc} + T_{yr} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac} \text{ (lbs)}$$

Tahanan akibat gesekan pada idler (lbs)

$$T_x = L \times T_x \times K_t$$

$$T_x = 328,084 \times 0,6166 \times 1$$

$$T_x = 202,296 \text{ lbs}$$

Tahanan belt flexure pada carrying idler (lbs)

$$T_{yc} = L \times K_y \times W_b \times K_t$$

$$T_{yc} = 328,084 \times 0,0346 \times 6,04772 \times 1$$

$$T_{yc} = 68,651 \text{ lbs}$$

Tahanan belt flexure pada return idler (lbs)

$$T_{yr} = L \times 0,015 \times W_b \times K_t$$

$$T_{yr} = 328,084 \times 0,015 \times 6,04772 \times 1$$

$$T_{yr} = 29,762 \text{ lbs}$$

Tahanan material flexure (lbs)

$$T_{ym} = L \times K_y \times W_m$$

$$T_{ym} = 328,084 \times 0,0346 \times 42,037$$

$$T_{ym} = 477,191 \text{ lbs}$$

Tahanan material lift (+) atau lower (-) (lbs)

$$T_m = \pm H \times W_m$$

$$T_m = \pm 10 \times 42,037$$

$$T_m = 420,37 \text{ lbs}$$

Tahanan pulley (lbs)

$$T_p = [(4 \times 200) + (5 \times 150)] \times 0,445$$

$$T_p = (800 + 750) \times 0,445$$

$$T_p = 689,75 \text{ lbs}$$

Tahanan percepatan material (lbs)

$$T_{am} = 2,8755 \times 10^{-4} \times Q \times (V \pm V_0)$$

$$T_{am} = 2,8755 \times 10^{-4} \times 100 (87,368)$$

$$T_{am} = 2,512 \text{ lbs}$$

Tahanan dari aksesoris (lbs)

$$T_{ac} = T_{bc} + T_{pc}$$

Tahanan plows

$$T_{bc} = 5 \times B$$

$$T_{bc} = 5 \times 24$$

$$T_{bc} = 120 \text{ lbs}$$

Tahanan dari peralatan belt-cleaning/scrapper

$$T_{pc} = n \times 3 \times B$$

$$T_{pc} = 5 \times 3 \times 24$$

$$T_{pc} = 360 \text{ lbs}$$

$$T_{ac} = 120 + 360 = 480 \text{ lbs}$$

$$\text{maka, } T_c = 202,296 + 68,651 + 29,762 + 477,292 + 420,37 + 689,75 + 2,512 + 480 \text{ (lbs)}$$

$$T_c = 1887,422 \text{ lbs}$$

4.2.2.5.7.3 Perhitungan daya motor

Daya yang dibutuhkan belt conveyor yang memiliki tegangan efektif, T_e pada drive pulley adalah:

$$P = \frac{T_e \times v}{33000} \text{ (hp)}$$

$$P = \frac{1887,422 \times 87,368}{33000} \text{ (hp)}$$

$$P = 4,997 \text{ hp}$$

$$P = 3,726 \text{ kw}$$

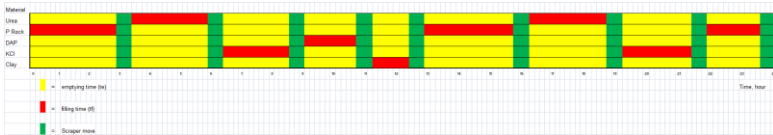
4.2.3 Portal Scraper

Portal scraper berfungsi untuk mengangkat bahan baku atau loading yang terletak pada gudang utama, alat tersebut akan langsung mengangkat bahan baku dan masuk kedalam conveyor, Berikut adalah perhitungan untuk menentukan loading bahan baku menggunakan portal scraper supaya pemindahan bahan baku dapat berjalan dengan optimal. untuk pemindahan portal scraper dibutuhkan waktu sebanyak 30 menit, sehingga waktu yang dapat digunakan untuk loading bahan baku perhari adalah 19,5 jam.

Tabel 4.1 Perhitungan waktu penggunaan portal scraper

Bahan baku	Input	per 24 jam	total	persentase	jam maksimal	persen	jam per hari	Waktu loading	ton/jam	bahan baku (ton)
PR	1.9 h	12.631	43.752	28.86953739	19.5	0.28869537	5.629559792	2.814779896	100	281.4779896
Urea	2.1 h	11.428	43.752	26.1199488	19.5	0.26119949	5.093390016	2.546695008	100	254.6695008
KCL	2.5 h	9.6	43.752	21.94185409	19.5	0.21941854	4.278661547	2.139330773	100	213.9330773
DAP	3.3 h	7.27	43.752	16.61638325	19.5	0.16616383	3.240194734	1.620097367	100	162.0097367
Clay	8.5 h	2.823	43.752	6.452276467	19.5	0.06452276	1.258193911	1.258193911	100	125.8193911

Dari perhitungan tabel 4.1 didapat waktu loading masing masing bahan baku, untuk bahan baku rock phosphate memiliki waktu loading selama 2,8 jam dan dapat mengangkat bahan baku rock phosphate sebanyak 281,4 ton, untuk bahan baku Urea memiliki waktu loading selama 2,5 jam dan dapat mengangkat bahan baku rock phosphate sebanyak 254,6 ton, untuk bahan baku KCL memiliki waktu loading selama 2,1 jam dan dapat mengangkat bahan baku rock phosphate sebanyak 213,9 ton, untuk bahan baku DAP memiliki waktu loading selama 1,6 jam dan dapat mengangkat bahan baku rock phosphate sebanyak 162 ton, untuk bahan baku rock phosphate memiliki waktu loading selama 1,2 jam dan dapat mengangkat bahan baku rock phosphate sebanyak 125,8 ton.



Gambar 4.6 Jadwal loading bahan baku menggunakan portal scraper

4.2.4 Tripper

Tripper terletak pada gudang produksi yang berfungsi untuk meletakkan atau unloading bahan baku, tripper dapat dioperasikan secara manual ataupun otomatis sehingga dibutuhkan jadwal untuk meletakkan atau unloading bahan baku supaya proses pemindahan bahan baku dapat berjalan sesuai dengan optimal. untuk memindahkan bahan baku dari gudang utama menuju gudang produksi dibutuhkan waktu sebesar:

$$\frac{1500 \text{ meter}}{23,630 \frac{m}{\text{menit}}} = 63,47 \text{ menit}$$

Sehingga dari perhitungan waktu diatas dibutuhkan waktu 1 jam untuk memindahkan bahan baku dari gudang utama menuju gudang produksi, dan berikut adalah jadwal unloading tripper.



Gambar 4.7 Jadwal unloading bahan baku menggunakan tripper

4.2.5 Biaya Untuk Membuat Conveyor

Tabel 4.2 akan menjelaskan rincian biaya dan bahan bahan yang dibutuhkan untuk membuat conveyor 1, conveyor 2, conveyor 3, conveyor 4, dan conveyor 5. Biaya material yang dibutuhkan untuk membuat conveyor didapat dari PT.KE dengan biaya pembuatan per conveyor sebagai berikut:

Tabel 4.2b Rincian biaya perconveyor

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	UNIT PRICE		PRICE (IDR)	GRAND TOTAL (IDR)
				MATERIAL (IDR)	SERVICE (IDR)		
IV.	CONVEYOR 4						
	Belt Conveyor	M'	600.00	808,500.00	163,548.00	972,048.00	583,228,800.00
	Frame	M'	300.00	700,992.47	357,568.20	1,058,560.67	317,568,201.00
	Piping	M'	300.00	825,000.00	391,666.67	1,216,666.67	365,000,000.10
	Gallery and trestle	M'	300.00	1,988,540.27	690,000.73	2,678,541.00	803,562,300.00
	Carry idler	Set	120.00	1,449,360.00	349,800.00	1,799,160.00	215,899,200.00
	Return idler	Set	60.00	871,860.00	297,396.00	1,169,256.00	70,155,360.00
	Drive unit	Set	1.00	140,435,460.00	7,843,465.58	148,278,925.58	148,278,925.58
	Drive Pulley	Set	2.00	105,527,854.00	4,650,292.00	110,178,146.00	220,356,292.00
	Tail guard	Ls	2.00	18,735,075.00	4,426,583.00	23,161,658.00	46,323,316.00
	Belt Scraper	Pcs	1.00	25,080,000.00	657,307.50	25,737,307.50	25,737,307.50
	Return Belt Scraper	Pcs	1.00	32,103,807.00	753,806.00	32,857,613.00	32,857,613.00
	Take-up weight & Frame	Ls	1.00	154,694,999.80	31,922,998.25	186,617,998.05	186,617,998.05
	Head Frame	Ls	1.00	20,196,000.00	3,062,723.10	23,258,723.10	23,258,723.10
	Loading Hooper/Skirt Board	Ls	1.00	24,287,999.50	1,576,124.25	25,864,123.75	25,864,123.75
	Tail Frame	Ls	1.00	8,907,783.41	985,568.59	9,893,352.00	985,568.59
	Discharge chute	Ls	1.00	188,770,999.50	12,763,309.50	201,534,309.00	201,534,309.00
						Sub. Total =	3,287,228,037.67
V.	CONVEYOR 5						
	Belt Conveyor	M'	200.00	808,500.00	163,548.00	972,048.00	194,409,600.00
	Frame	M'	100.00	700,992.47	357,568.20	1,058,560.67	105,856,067.00
	Piping	M'	100.00	825,000.00	391,666.67	1,216,666.67	121,666,666.70
	Gallery and trestle	M'	100.00	1,988,540.27	690,000.73	2,678,541.00	267,854,100.00
	Carry idler	Set	40.00	1,449,360.00	349,800.00	1,799,160.00	71,966,400.00
	Return idler	Set	20.00	871,860.00	297,396.00	1,169,256.00	23,385,120.00
	Drive unit	Set	1.00	112,348,368.00	6,274,772.46	118,623,140.46	118,623,140.16
	Drive Pulley	Set	2.00	105,527,854.00	4,650,292.00	110,178,146.00	220,356,292.00
	Tail guard	Ls	2.00	18,735,075.00	4,426,583.00	23,161,658.00	46,323,316.00
	Belt Scraper	Pcs	1.00	25,080,000.00	657,307.50	25,737,307.50	25,737,307.50
	Return Belt Scraper	Pcs	1.00	32,103,807.00	753,806.00	32,857,613.00	32,857,613.00
	Take-up weight & Frame	Ls	1.00	154,694,999.80	31,922,998.25	186,617,998.05	186,617,998.05
						Sub. Total =	1,415,653,620.41
						TOTAL	13,017,457,833.36

Tabel 4.3 akan menjelaskan secara detail mengenai biaya keseluruhan untuk membuat conveyor dengan desain dan lengkap dengan portal scraper dan tripper. Biaya material yang dibutuhkan untuk membuat conveyor didapat dari PT.KE dengan total biaya pembuatan onveyor sebagai berikut:

Tabel 4.3a Rincian pembuatan conveyor

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	UNIT PRICE		PRICE (IDR)	GRAND TOTAL (IDR)
				MATERIAL (IDR)	SERVICE (IDR)		
I.	SERVICES						
1	Project Management	La	1.00	-	520,752,500.00	520,752,500.00	520,752,500.00
2	Design	La	1.00	-	360,475,000.00	360,475,000.00	360,475,000.00
4	Construction	La	1.00	-	355,900,000.00	355,900,000.00	355,900,000.00
						Sub. Total =	1,237,127,500.00
II.	PREPARATION WORK						
1	Mobilization & Demobilization	La	1.00	-	356,500,000.00	356,500,000.00	356,500,000.00
2	Temporary Facilities	La	1.00	-	269,500,000.00	269,500,000.00	269,500,000.00
3	Utility facilities	La	1.00	-	140,000,000.00	140,000,000.00	140,000,000.00
						Sub. Total =	766,000,000.00
III.	CIVIL & STRUCTURE WORK						
III.1	Transfer Tower						
	Piling Work dia. 400 mm ; 30 m	M'	1,700.00	373,280.00	194,900.00	568,180.00	965,906,000.00
	Excavation	M3	297.00	-	59,750.00	59,750.00	17,745,750.00
	Back fill & compaction	M3	74.25	-	25,000.00	25,000.00	1,856,250.00
	Lean Concrete	M3	11.70	876,750.00	141,000.00	1,017,750.00	11,907,675.00
	Foundation dan Pedestal	M3	101.50	2,398,560.00	304,610.00	2,703,170.00	274,371,755.00
	Steel	Kg	50,984.90	13,230.00	8,390.00	21,620.00	1,102,293,538.00
	Chk. Plate 6mm thk.	M2	261.00	830,840.00	164,850.00	995,690.00	259,875,090.00
	Grating 30mm	M2	563.90	601,500.00	60,150.00	661,650.00	373,104,435.00
	Step Grating	Ea	200.00	229,000.00	22,900.00	251,900.00	50,380,000.00
	Roof & Sidding	M2	1,440.00	119,920.00	28,320.00	148,240.00	213,465,600.00
	Translusen Roof & Sidding fibrelux	M2	288.00	181,690.00	26,670.00	208,360.00	60,077,680.00
	Flashing	M'	360.00	126,588.00	17,500.00	144,088.00	51,871,680.00
						Sub. Total =	3,382,785,453.00
III.2	Gallery & Trestle						
	Piling Work dia. 400 mm ; 30 m	M'	1,700.00	373,280.00	194,900.00	568,180.00	965,906,000.00
	Excavation	M3	71.50	-	59,750.00	59,750.00	4,272,125.00
	Back fill & compaction	M3	17.88	-	25,000.00	25,000.00	446,875.00
	Lean Concrete	M3	9.00	876,750.00	141,000.00	1,017,750.00	9,159,750.00
	Foundation dan Pedestal	M3	62.15	1,398,560.00	304,610.00	1,703,170.00	105,852,015.00
	Steel	Kg	50,984.90	13,230.00	8,390.00	21,620.00	1,102,293,538.00
	Soil Disposal	M3	53.63	-	36,790.00	36,790.00	1,972,863.75
	Chk. Plate 6mm thk.	M2	508.00	830,840.00	164,850.00	995,690.00	505,810,520.00
	Roof & Sidding	M2	3,026.80	119,920.00	28,320.00	148,240.00	448,692,832.00
	Conv. Floor (corrugated alum.)	M2	1,209.50	119,920.00	28,320.00	148,240.00	179,296,280.00
	Translusen Roof & Sidding fibrelux	M2	1,256.70	181,690.00	26,670.00	208,360.00	261,846,012.00
	Flashing	M'	3,000.00	126,588.00	17,500.00	144,088.00	432,264,000.00
						Sub. Total =	4,017,812,811.25
IV.	MECHANICAL WORK						
IV.1	CONVEYOR						
	Belt Conveyor	M'	3,000.00	808,500.00	163,548.00	972,048.00	2,916,144,000.00
	Carry idler	Set	1,250.00	1,449,360.00	349,800.00	1,799,160.00	2,248,950,000.00
	Return idler	Set	625.00	871,860.00	297,396.00	1,169,256.00	730,785,000.00
	Frame	La	1.00	1,051,488,700.00	536,352,300.00	1,587,841,000.00	1,587,841,000.00
	Drive unit						
	Conveyor 1	Set	1.00	140,435,460.00	7,843,465.58	148,278,925.58	148,278,925.58
	Conveyor 2	Set	1.00	350,317,440.00	14,143,520.65	364,460,960.65	364,460,960.65
	Conveyor 3	Set	1.00	350,317,440.00	14,143,520.65	364,460,960.65	364,460,960.65
	Conveyor 4	Set	1.00	208,090,040.00	11,698,700.25	220,188,740.25	220,188,740.25
	Conveyor 5	Set	1.00	112,348,368.00	6,274,772.46	118,623,140.46	118,623,140.46
	Drive Pulley	Set	5.00	199,706,000.00	20,650,292.71	220,356,292.71	1,101,781,463.54
	Head Frame	La	1.00	20,196,000.00	3,062,723.10	23,258,723.10	23,258,723.10
	Take-up weight & Frame	La	1.00	619,060,000.00	127,691,993.88	746,751,993.88	746,751,993.88
	Tail Frame	La	1.00	33,660,000.00	5,913,411.52	39,573,411.52	39,573,411.52
	Discharge chute	La	1.00	755,040,000.00	51,053,238.14	806,093,238.14	806,093,238.14
	Loading Hooper/Skirt Board	La	1.00	97,152,000.00	6,304,497.71	103,456,497.71	103,456,497.71
	Belt Scraper	Pcs	5.00	25,080,000.00	657,307.50	25,737,307.50	128,686,537.48
	Return Belt Scraper	Pcs	10.00	15,675,000.00	753,806.83	16,428,806.83	164,288,068.33
	Tail guard	La	1.00	211,200,000.00	20,416,583.38	231,616,583.38	231,616,583.38
	Piping	La	1.00	1,237,500,000.00	587,500,000.00	1,825,000,000.00	1,825,000,000.00
						Sub. Total =	13,870,239,244.69

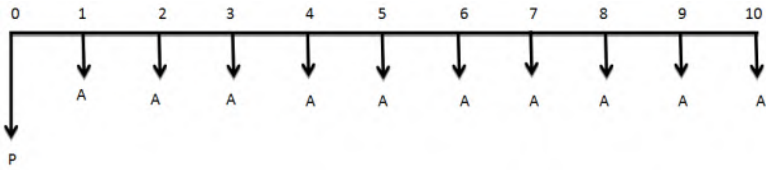
Tabel 4.3b Rincian pembuatan conveyor

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	UNIT PRICE		PRICE (IDR)	GRAND TOTAL (IDR)
				MATERIAL (IDR)	SERVICE (IDR)		
IV.2	TRIPPER						
1	Tripper Equipment	Set	1.00	950,400,000.00	114,048,000.00	1,064,448,000.00	1,064,448,000.00
2	Drive Unit 1.5 kW	Set	1.00	23,680,800.00	2,841,696.00	26,522,496.00	26,522,496.00
						Sub. Total =	1,090,970,496.00
IV.3	PORTAL SCRAPER						
1	Portal Scraper Equipment	Set	1.00	3,112,500,000.00	295,687,500.00	3,408,187,500.00	3,408,187,500.00
2	Drive Unit						
	Travelling 4x1.5 kW	Set	1.00	94,723,200.00	7,104,240.00	101,827,440.00	101,827,440.00
	Main Boom 22 kW	Set	1.00	262,350,000.00	12,461,625.00	274,811,625.00	274,811,625.00
	Auxiliary Boom 15 kW	Set	1.00	193,050,000.00	11,100,375.00	204,150,375.00	204,150,375.00
						Sub. Total =	3,988,976,940.00
V.	ELECTRICAL & INSTRUMENTS						
	Electrical Work	Ls	1.00	593,750,000.00	668,750,000.00	1,262,500,000.00	1,262,500,000.00
	Instrument Work	Ls	1.00	681,250,000.00	506,250,000.00	1,187,500,000.00	1,187,500,000.00
						Sub. Total =	2,450,000,000.00
VI.	TESTING AND COMMISSIONING	Ls	1.00	393,750,000.00	168,750,000.00	562,500,000.00	562,500,000.00
						Sub. Total =	562,500,000.00
						TOTAL	31,366,412,444.94
VII.	OPERATIONAL COST						
	Electrical Cost	Ls	1.00	-	120,000,000.00	120,000,000.00	120,000,000.00
	Operator Cost	Ls	1.00	-	30,000,000.00	30,000,000.00	30,000,000.00
	Maintenance Cost	Ls	1.00	-	50,000,000.00	50,000,000.00	50,000,000.00
						Sub. Total =	200,000,000.00

Dari rincian pembuatan conveyor diatas biaya total adalah Rp 31.336.412.444 dan biaya operasional yang dikeluarkan perbulan adalah Rp 200.000.000 sehingga dalam setahun membutuhkan biaya sebesar Rp 2.400.000.000 untuk memindahkan bahan baku menggunakan conveyor.

4.2.6 Perhitungan Biaya Dengan Bunga

Untuk biaya total pembuatan conveyor adalah Rp 31.336.412.444, Biaya operasional yang dibutuhkan pertahun adalah Rp 2.400.000.000, sehingga berikut adalah perhitungan present value conveyor untuk 10 tahun kedepan dan dengan bunga 15%:



Gambar 4.8 Diagram alir conveyor

$$P = \text{Rp } 31.336.412.444 + A (P/A, 15\%, 10)$$

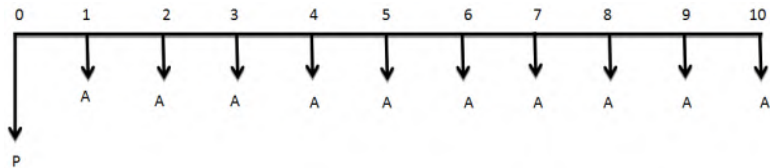
$$P = \text{Rp } 31.336.412.444 + \text{Rp } 2.400.000.000 (7,7217)$$

$$P = \text{Rp } 31.336.412.444 + \text{Rp } 18.532.080.000$$

$$P = \text{Rp } 49.868.492.444$$

Dari perhitungan diatas didapat untuk nilai present value conveyor adalah Rp 49.868.492.444

Untuk biaya operasional truk yang dibutuhkan pertahun adalah Rp 7.524.000.000, sehingga berikut adalah perhitungan present value truk untuk 10 tahun kedepan dan dengan bunga 15%:



Gambar 4.9 Diagram alir truk

$$P = P (P/A, 15\%, 10)$$

$$P = \text{Rp } 7.524.000.000 (7,7217)$$

$$P = \text{Rp } 58.098.070.000$$

Dari perhitungan di atas didapat untuk nilai present value truk dalam 10 tahun berikutnya adalah Rp 58.098.070.000.

Sehingga untuk perbandingan biaya yang dibutuhkan untuk nilai present value untuk penggunaan conveyor Rp 49.868.492.444 dan untuk penggunaan truk Rp 58.098.070.000. sehingga didapat biaya menggunakan conveyor lebih murah dibanding menggunakan truk.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

A. Tabel Biaya Conveyor

Tabel A.1a Rincian biaya perconveyor.

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	UNIT PRICE		PRICE	GRAND TOTAL
				MATERIAL (IDR)	SERVICE (IDR)	(IDR)	(IDR)
I. CONVEYOR 1							
	Belt Conveyor	M'	600.00	808,500.00	163,548.00	972,048.00	583,228,800.00
	Frame	M'	300.00	700,992.47	357,568.20	1,058,560.67	317,568,201.00
	Piping	M'	300.00	825,000.00	391,666.67	1,216,666.67	365,000,000.10
	Gallery and trestle	M'	300.00	1,988,540.27	690,000.73	2,678,541.00	803,562,300.00
	Carry idler	Set	120.00	1,449,360.00	349,800.00	1,799,160.00	215,899,200.00
	Return idler	Set	60.00	871,860.00	297,396.00	1,169,256.00	70,155,360.00
	Drive unit	Set	1.00	140,435,460.00	7,843,465.58	148,278,925.58	148,278,925.58
	Drive Pulley	Set	2.00	105,527,854.00	4,650,292.00	110,178,146.00	220,356,292.00
	Tail guard	Ls	2.00	18,735,075.00	4,426,583.00	23,161,658.00	46,323,316.00
	Belt Scraper	Pcs	1.00	25,080,000.00	657,307.50	25,737,307.50	25,737,307.50
	Return Belt Scraper	Pcs	1.00	32,103,807.00	753,806.00	32,857,613.00	32,857,613.00
	Take-up weight & Frame	Ls	1.00	154,694,999.80	31,922,998.25	186,617,998.05	186,617,998.05
	Head Frame	Ls	1.00	20,196,000.00	3,062,723.10	23,258,723.10	23,258,723.10
	Loading Hooper/Skirt Board	Ls	1.00	24,287,999.50	1,576,124.25	25,864,123.75	25,864,123.75
						Sub. Total =	3,064,708,160.08
II. CONVEYOR 2							
	Belt Conveyor	M'	800.00	808,500.00	163,548.00	972,048.00	777,638,400.00
	Frame	M'	400.00	700,992.47	357,568.20	1,058,560.67	423,424,268.00
	Piping	M'	400.00	825,000.00	391,666.67	1,216,666.67	486,666,666.80
	Gallery and trestle	M'	400.00	1,988,540.27	690,000.73	2,678,541.00	1,071,416,400.00
	Carry idler	Set	160.00	1,449,360.00	349,800.00	1,799,160.00	287,865,600.00
	Return idler	Set	80.00	871,860.00	297,396.00	1,169,256.00	93,540,480.00
	Drive unit	Set	1.00	350,317,440.00	14,143,520.65	364,460,960.65	364,460,960.65
	Drive Pulley	Set	2.00	105,527,854.00	4,650,292.00	110,178,146.00	220,356,292.00
	Tail guard	Ls	2.00	18,735,075.00	4,426,583.00	23,161,658.00	46,323,316.00
	Belt Scraper	Pcs	1.00	25,080,000.00	657,307.50	25,737,307.50	25,737,307.50
	Return Belt Scraper	Pcs	1.00	32,103,807.00	753,806.00	32,857,613.00	32,857,613.00
	Take-up weight & Frame	Ls	1.00	154,694,999.80	31,922,998.25	186,617,998.05	186,617,998.05
	Head Frame	Ls	1.00	20,196,000.00	3,062,723.10	23,258,723.10	23,258,723.10
	Loading Hooper/Skirt Board	Ls	1.00	24,287,999.50	1,576,124.25	25,864,123.75	25,864,123.75
	Tail Frame	Ls	1.00	8,907,783.41	985,568.59	9,893,352.00	985,568.59
	Discharge chute	Ls	1.00	188,770,999.50	12,763,309.50	201,534,309.00	201,534,309.00
						Sub. Total =	4,268,548,026.44
III. CONVEYOR 3							
	Belt Conveyor	M'	800.00	808,500.00	163,548.00	972,048.00	777,638,400.00
	Frame	M'	400.00	700,992.47	357,568.20	1,058,560.67	423,424,268.00
	Piping	M'	400.00	825,000.00	391,666.67	1,216,666.67	486,666,666.80
	Gallery and trestle	M'	400.00	1,988,540.27	690,000.73	2,678,541.00	1,071,416,400.00
	Carry idler	Set	160.00	1,449,360.00	349,800.00	1,799,160.00	287,865,600.00
	Return idler	Set	80.00	871,860.00	297,396.00	1,169,256.00	93,540,480.00
	Drive unit	Set	1.00	350,317,440.00	14,143,520.65	364,460,960.65	364,460,960.65
	Drive Pulley	Set	2.00	105,527,854.00	4,650,292.00	110,178,146.00	220,356,292.00
	Tail guard	Ls	2.00	18,735,075.00	4,426,583.00	23,161,658.00	46,323,316.00
	Belt Scraper	Pcs	1.00	25,080,000.00	657,307.50	25,737,307.50	25,737,307.50
	Return Belt Scraper	Pcs	1.00	32,103,807.00	753,806.00	32,857,613.00	32,857,613.00
	Take-up weight & Frame	Ls	1.00	154,694,999.80	31,922,998.25	186,617,998.05	186,617,998.05
	Head Frame	Ls	1.00	20,196,000.00	3,062,723.10	23,258,723.10	23,258,723.10
	Loading Hooper/Skirt Board	Ls	1.00	24,287,999.50	1,576,124.25	25,864,123.75	25,864,123.75
	Tail Frame	Ls	1.00	8,907,783.41	985,568.59	9,893,352.00	985,568.59
	Discharge chute	Ls	1.00	188,770,999.50	12,763,309.50	201,534,309.00	201,534,309.00
						Sub. Total =	4,268,548,026.44

Tabel A.1b Rincian biaya perconveyor.

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	UNIT PRICE		PRICE (IDR)	GRAND TOTAL (IDR)
				MATERIAL (IDR)	SERVICE (IDR)		
IV.	CONVEYOR 4						
	Belt Conveyor	M'	600.00	808,500.00	163,548.00	972,048.00	583,228,800.00
	Frame	M'	300.00	700,992.47	357,568.20	1,058,560.67	317,568,201.00
	Piping	M'	300.00	825,000.00	391,666.67	1,216,666.67	365,000,000.10
	Gallery and trestle	M'	300.00	1,988,540.27	690,000.73	2,678,541.00	803,562,300.00
	Carry idler	Set	120.00	1,449,360.00	349,800.00	1,799,160.00	215,899,200.00
	Return idler	Set	60.00	871,860.00	297,396.00	1,169,256.00	70,155,360.00
	Drive unit	Set	1.00	140,435,460.00	7,843,465.58	148,278,925.58	148,278,925.58
	Drive Pulley	Set	2.00	105,527,854.00	4,650,292.00	110,178,146.00	220,356,292.00
	Tail guard	Ls	2.00	18,735,075.00	4,426,583.00	23,161,658.00	46,323,316.00
	Belt Scraper	Pcs	1.00	25,080,000.00	657,307.50	25,737,307.50	25,737,307.50
	Return Belt Scraper	Pcs	1.00	32,103,807.00	753,806.00	32,857,613.00	32,857,613.00
	Take-up weight & Frame	Ls	1.00	154,694,999.80	31,922,998.25	186,617,998.05	186,617,998.05
	Head Frame	Ls	1.00	20,196,000.00	3,062,723.10	23,258,723.10	23,258,723.10
	Loading Hooper/Skirt Board	Ls	1.00	24,287,999.50	1,576,124.25	25,864,123.75	25,864,123.75
	Tail Frame	Ls	1.00	8,907,783.41	985,568.59	9,893,352.00	985,568.59
	Discharge chute	Ls	1.00	188,770,999.50	12,763,309.50	201,534,309.00	201,534,309.00
						Sub. Total =	3,267,228,037.67
V.	CONVEYOR 5						
	Belt Conveyor	M'	200.00	808,500.00	163,548.00	972,048.00	194,409,600.00
	Frame	M'	100.00	700,992.47	357,568.20	1,058,560.67	105,856,067.00
	Piping	M'	100.00	825,000.00	391,666.67	1,216,666.67	121,666,666.70
	Gallery and trestle	M'	100.00	1,988,540.27	690,000.73	2,678,541.00	267,854,100.00
	Carry idler	Set	40.00	1,449,360.00	349,800.00	1,799,160.00	71,966,400.00
	Return idler	Set	20.00	871,860.00	297,396.00	1,169,256.00	23,385,120.00
	Drive unit	Set	1.00	112,348,368.00	6,274,772.46	118,623,140.46	118,623,140.16
	Drive Pulley	Set	2.00	105,527,854.00	4,650,292.00	110,178,146.00	220,356,292.00
	Tail guard	Ls	2.00	18,735,075.00	4,426,583.00	23,161,658.00	46,323,316.00
	Belt Scraper	Pcs	1.00	25,080,000.00	657,307.50	25,737,307.50	25,737,307.50
	Return Belt Scraper	Pcs	1.00	32,103,807.00	753,806.00	32,857,613.00	32,857,613.00
	Take-up weight & Frame	Ls	1.00	154,694,999.80	31,922,998.25	186,617,998.05	186,617,998.05
						Sub. Total =	1,415,653,620.41
						TOTAL	13,017,457,833.36

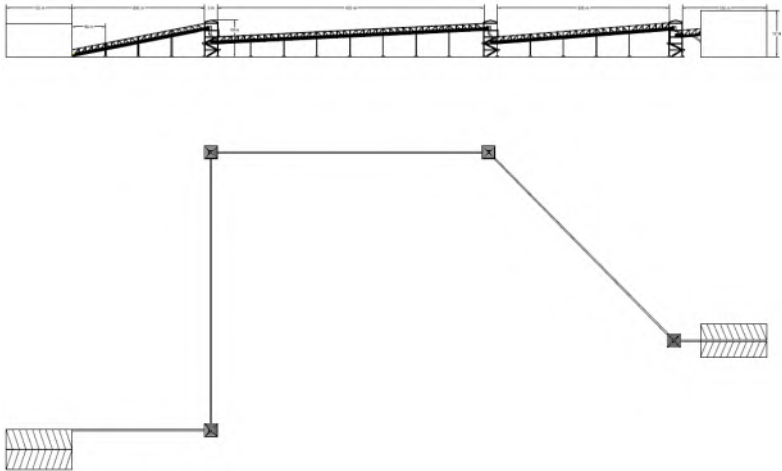
Tabel A.2a Rincian pembuatan conveyor.

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	UNIT PRICE		PRICE	GRAND TOTAL
				MATERIAL (IDR)	SERVICE (IDR)	(IDR)	(IDR)
I. SERVICES							
1	Project Management	Ls	1.00	-	520,752,500.00	520,752,500.00	520,752,500.00
2	Design	Ls	1.00	-	360,475,000.00	360,475,000.00	360,475,000.00
4	Construction	Ls	1.00	-	355,900,000.00	355,900,000.00	355,900,000.00
						Sub. Total =	1,237,127,500.00
II. PREPARATION WORK							
1	Mobilization & Demobilization	Ls	1.00	-	356,500,000.00	356,500,000.00	356,500,000.00
2	Temporary Facilities	Ls	1.00	-	269,500,000.00	269,500,000.00	269,500,000.00
3	Utility facilities	Ls	1.00	-	140,000,000.00	140,000,000.00	140,000,000.00
						Sub. Total =	766,000,000.00
III. CIVIL & STRUCTURE WORK							
III.1 Transfer Tower							
	Piling Work dia. 400 mm ; 30 m	M'	1,700.00	373,280.00	194,900.00	568,180.00	965,906,000.00
	Excavation	M3	297.00	-	59,750.00	59,750.00	17,745,750.00
	Back fill & compaction	M3	74.25	-	25,000.00	25,000.00	1,856,250.00
	Lean Concrete	M3	11.70	876,750.00	141,000.00	1,017,750.00	11,907,675.00
	Foundation dan Pedestal	M3	101.50	2,398,560.00	304,610.00	2,703,170.00	274,371,755.00
	Steel	Kg	50,984.90	13,230.00	8,390.00	21,620.00	1,102,293,538.00
	Chk. Plate 6mm thk.	M2	261.00	830,840.00	164,850.00	995,690.00	259,875,090.00
	Grating 30mm	M2	563.90	601,500.00	60,150.00	661,650.00	373,104,435.00
	Step Grating	Ea	200.00	229,000.00	22,900.00	251,900.00	50,380,000.00
	Roof & Sidding	M2	1,440.00	119,920.00	28,320.00	148,240.00	213,465,600.00
	Translusen Roof & Sidding fibrelux	M2	288.00	181,690.00	26,670.00	208,360.00	60,007,680.00
	Flashing	M'	360.00	126,588.00	17,500.00	144,088.00	51,871,680.00
						Sub. Total =	3,382,785,453.00
III.2 Gallery & Trestle							
	Piling Work dia. 400 mm ; 30 m	M'	1,700.00	373,280.00	194,900.00	568,180.00	965,906,000.00
	Excavation	M3	71.50	-	59,750.00	59,750.00	4,272,125.00
	Back fill & compaction	M3	17.88	-	25,000.00	25,000.00	446,875.00
	Lean Concrete	M3	9.00	876,750.00	141,000.00	1,017,750.00	9,159,750.00
	Foundation dan Pedestal	M3	62.15	1,398,560.00	304,610.00	1,703,170.00	105,852,015.50
	Steel	Kg	50,984.90	13,230.00	8,390.00	21,620.00	1,102,293,538.00
	Soil Disposal	M3	53.63	-	36,790.00	36,790.00	1,972,863.75
	Chk. Plate 6mm thk.	M2	508.00	830,840.00	164,850.00	995,690.00	505,810,520.00
	Roof & Sidding	M2	3,026.80	119,920.00	28,320.00	148,240.00	448,692,832.00
	Conv. Floor (corrugated alumn.)	M2	1,209.50	119,920.00	28,320.00	148,240.00	179,296,280.00
	Translusen Roof & Sidding fibrelux	M2	1,256.70	181,690.00	26,670.00	208,360.00	261,846,012.00
	Flashing	M'	3,000.00	126,588.00	17,500.00	144,088.00	432,264,000.00
						Sub. Total =	4,017,812,811.25
IV. MECHANICAL WORK							
IV.1 CONVEYOR							
	Belt Conveyor	M'	3,000.00	808,500.00	163,548.00	972,048.00	2,916,144,000.00
	Carry idler	Set	1,250.00	1,449,360.00	349,800.00	1,799,160.00	2,248,950,000.00
	Return idler	Set	625.00	871,860.00	297,396.00	1,169,256.00	730,785,000.00
	Frame	Ls	1.00	1,051,488,700.00	536,352,300.00	1,587,841,000.00	1,587,841,000.00
	Drive unit						
	Conveyor 1	Set	1.00	140,435,460.00	7,843,465.58	148,278,925.58	148,278,925.58
	Conveyor 2	Set	1.00	350,317,440.00	14,143,520.65	364,460,960.65	364,460,960.65
	Conveyor 3	Set	1.00	350,317,440.00	14,143,520.65	364,460,960.65	364,460,960.65
	Conveyor 4	Set	1.00	208,490,040.00	11,698,700.25	220,188,740.25	220,188,740.25
	Conveyor 5	Set	1.00	112,348,368.00	6,274,772.46	118,623,140.46	118,623,140.46
	Drive Pulley	Set	5.00	199,706,000.00	20,650,292.71	220,356,292.71	1,101,781,463.54
	Head Frame	Ls	1.00	20,196,000.00	3,062,723.10	23,258,723.10	23,258,723.10
	Take-up weight & Frame	Ls	1.00	619,060,000.00	127,691,993.88	746,751,993.88	746,751,993.88
	Tail Frame	Ls	1.00	33,660,000.00	5,913,411.52	39,573,411.52	39,573,411.52
	Discharge chute	Ls	1.00	755,040,000.00	51,053,238.14	806,093,238.14	806,093,238.14
	Loading Hooper/Skirt Board	Ls	1.00	97,152,000.00	6,304,497.71	103,456,497.71	103,456,497.71
	Belt Scraper	Pcs	5.00	25,080,000.00	657,307.50	25,737,307.50	128,686,537.48
	Return Belt Scraper	Pcs	10.00	15,675,000.00	753,806.83	16,428,806.83	164,288,068.33
	Tail guard	Ls	1.00	211,200,000.00	20,416,583.38	231,616,583.38	231,616,583.38
	Piping	Ls	1.00	1,237,500,000.00	587,500,000.00	1,825,000,000.00	1,825,000,000.00
						Sub. Total =	13,870,239,244.69

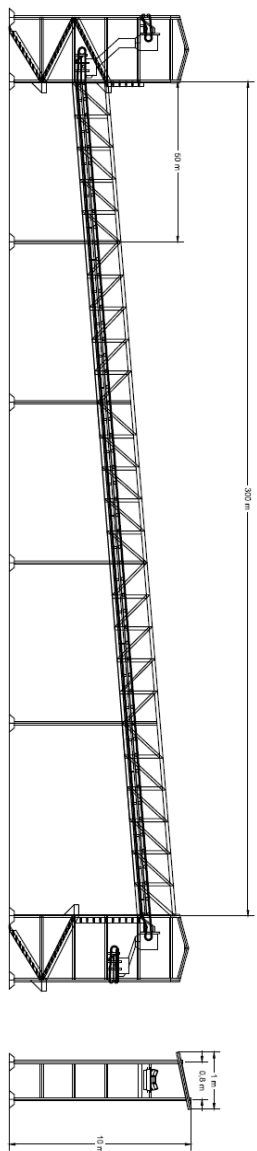
Tabel A.2b Rincian pembuatan conveyor.

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	UNIT PRICE		PRICE (IDR)	GRAND TOTAL (IDR)
				MATERIAL (IDR)	SERVICE (IDR)		
IV.2	TRIPPER						
1	Tripper Equipment	Set	1.00	950,400,000.00	114,048,000.00	1,064,448,000.00	1,064,448,000.00
2	Drive Unit 1.5 kW	Set	1.00	23,680,800.00	2,841,696.00	26,522,496.00	26,522,496.00
						Sub. Total =	1,090,970,496.00
IV.3	PORTAL SCRAPER						
1	Portal Scraper Equipment	Set	1.00	3,112,500,000.00	295,687,500.00	3,408,187,500.00	3,408,187,500.00
2	Drive Unit						
	Travelling 4x1.5 kW	Set	1.00	94,723,200.00	7,104,240.00	101,827,440.00	101,827,440.00
	Main Boom 22 kW	Set	1.00	262,350,000.00	12,461,625.00	274,811,625.00	274,811,625.00
	Auxiliary Boom 15 kW	Set	1.00	193,050,000.00	11,100,375.00	204,150,375.00	204,150,375.00
						Sub. Total =	3,988,976,940.00
V.	ELECTRICAL & INSTRUMENTS						
	Electrical Work	Ls	1.00	593,750,000.00	668,750,000.00	1,262,500,000.00	1,262,500,000.00
	Instrument Work	Ls	1.00	681,250,000.00	506,250,000.00	1,187,500,000.00	1,187,500,000.00
						Sub. Total =	2,450,000,000.00
VI.	TESTING AND COMMISSIONING	Ls	1.00	393,750,000.00	168,750,000.00	562,500,000.00	562,500,000.00
						Sub. Total =	562,500,000.00
						TOTAL	31,366,412,444.94
VII.	OPERATIONAL COST						
	Electrical Cost	Ls	1.00	-	120,000,000.00	120,000,000.00	120,000,000.00
	Operator Cost	Ls	1.00	-	30,000,000.00	30,000,000.00	30,000,000.00
	Maintenance Cost	Ls	1.00	-	50,000,000.00	50,000,000.00	50,000,000.00
						Sub. Total =	200,000,000.00

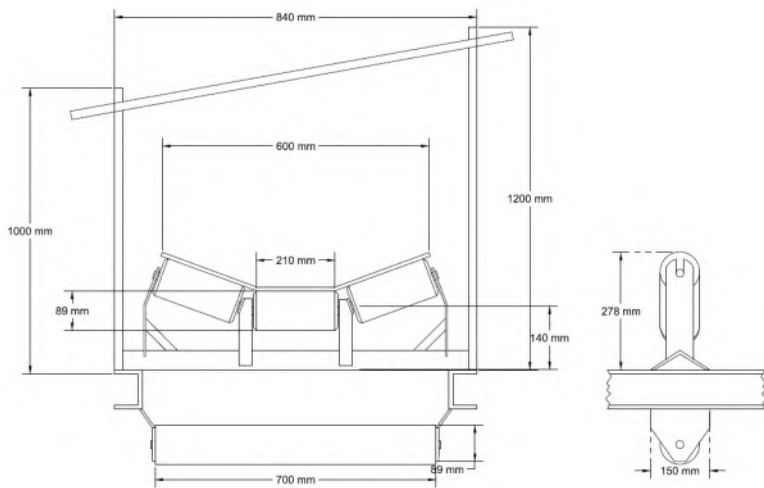
B. Gambar conveyor



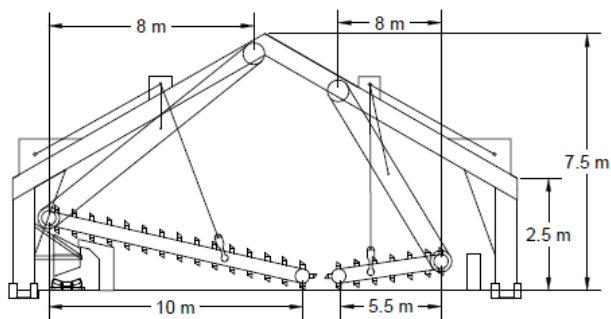
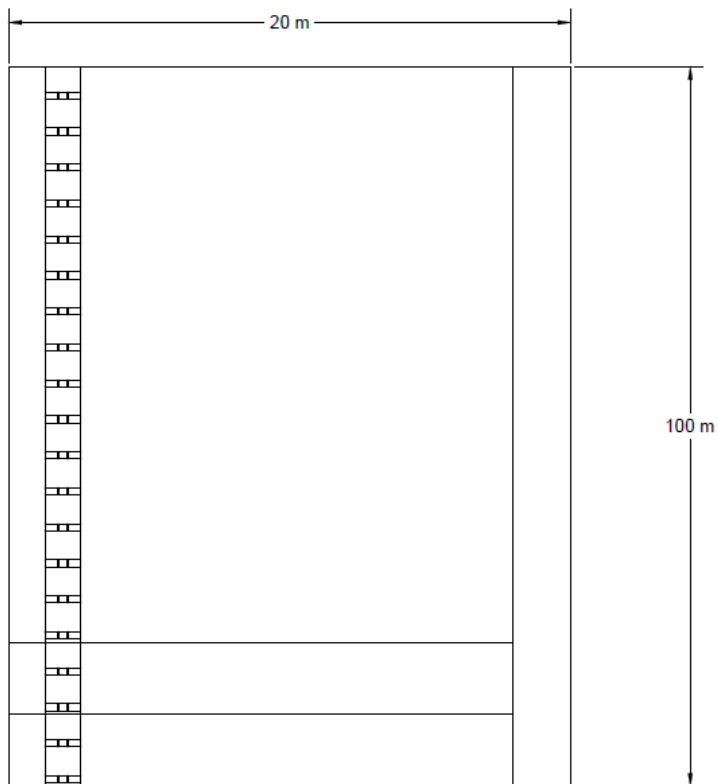
Gambar B1. Desain jalur conveyor.



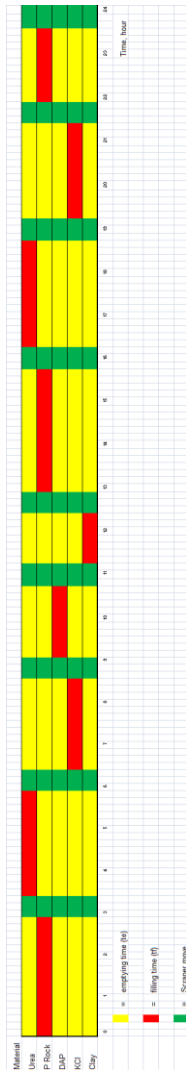
Gambar B2. Desain Transfer tower dengan conveyor.



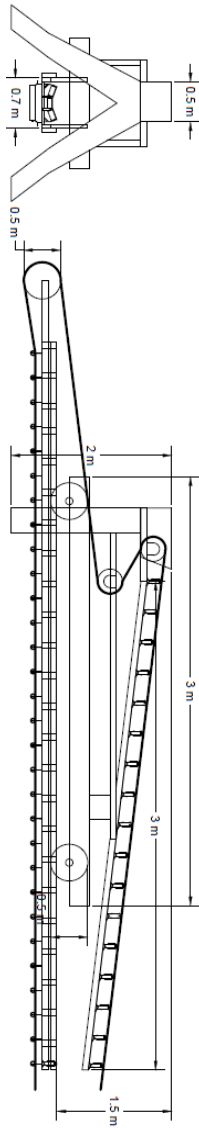
Gambar B3. Desain conveyor.



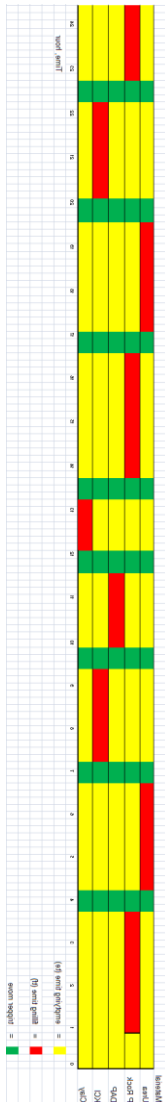
Gambar B4. Desain portal Scraper.



Gambar B5. Jadwal loading bahan baku menggunakan portal scraper.



Gambar B6. Desain Tripper.



Gambar B7. Jadwal unloading bahan baku menggunakan tripper.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan truk yang optimal supaya tidak terjadi penumpukan pada gudang produksi dengan jarak pemindahan bahan baku dari gudang utama menuju gudang produksi 3 km dengan menggunakan dump truk kapasitas 5 ton adalah 5 truk.
2. Biaya yang dikeluarkan untuk proses pemindahan bahan baku menggunakan truk, dengan proses loading bahan baku pada gudang utama menggunakan loader, dan proses unloading bahan baku pada gudang produksi menggunakan bulldoser adalah Rp 627.000.000 perbulan, dalam setahun dibutuhkan biaya sebesar Rp 7.524.000.000.
3. Untuk proses pemindahan bahan baku menggunakan conveyor didapat kecepatan conveyor sebesar 23,630 m/min, lebar belt 600 mm, dengan daya total dibutuhkan sebesar 104.226 kw.
4. Biaya yang dikeluarkan untuk proses pemindahan bahan baku menggunakan conveyor, dengan proses loading bahan baku pada gudang utama menggunakan portal scrapper, dan proses unloading bahan baku pada gudang produksi menggunakan tripper adalah Rp 200.000.000 perbulan, dalam setahun dibutuhkan biaya sebesar Rp 2.400.000.000.
5. Total biaya yang dibutuhkan untuk membuat conveyor lengkap dengan 4 transfer tower, portal scraper, dan tripper adalah Rp 31.366.412.444.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Untuk proses pemindahan bahan baku dalam jangka waktu panjang akan lebih baik menggunakan conveyor karena biaya operasional menggunakan conveyor lebih murah dibanding menggunakan truk.
2. Untuk perbandingan biaya pengoperasian menggunakan truk dan conveyor adalah sebagai berikut. Apabila menggunakan conveyor biaya per tahunnya adalah Rp 2.400.000.000 sedangkan apabila menggunakan truk biaya pertahunnya adalah Rp 7.524.000.000. Sehingga dalam waktu 10 didapat nilai present value untuk conveyor adalah Rp 49.868.492.444 sedangkan present value untuk truk adalah Rp 58.098.070.000.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Database PT.Pupuk Kujang, Jawa Timur (2015)
- [2] R. Todd. Swinderman (2005) The Sixth Edition of the CEMA Belt Book "Belt Conveyors for Bulk Materials"
- [3] CEMA Bulk Belt Conveyor and Accessories Manufacturing Member. Belt Conveyors for Bulk Materials - Fifth Edition: The Cema Belt Book
- [4] Dwi James (2008) Perancangan sistem conveyor
- [5] Piotr Kulinowski, Ph. D. Eng. and Piotr Kasza, Ph. D. Eng (2002). Belt Conveyors for Bulk Materials Calculations
- [6] Silvestre Gonzalez. (2014). Conveyor 101 National Stone Sand & Gravel
- [7] Tim Dosen Simulasi dan Pemodelan. (2003). Catatan Kuliah Simulasi dan Permodelan. Depok: Universitas Gunadarma
- [8] Google Map (2016)
- [9] Baunach, G.R., E.S. Wibberley, and B.R. Wood. (1985). *Simulation of a Coal Transshipment Terminal: Batam Island, Indonesia*. Mathematics and Computers in Simulation, Volume 27, Issues 2-3, April 1985, Pages 115-120.
- [10] Aridinanti, N. (2011). Permodelan dan Simulasi *Coal Handling Plant* Untuk Menunjang Stabilitas Pasokan Batubara. Tugas Akhir. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Jombang, 17 April 1993. Merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Lestari Cilegon, SD YPWKS III Cilegon (1999-2005), SMP Negeri 1 Cilegon (2005-2008) dan SMA Terpadu Krida Nusantara (2008-2011). Setelah lulus SMA, penulis mengikuti program kemitraan mandiri pada tahun 2011 dan diterima di Jurusan Teknik Mesin, FTI, ITS Surabaya. Penulis terdaftar dengan NRP. 2111 100 147.

Di Jurusan Teknik Mesin, penulis mengambil bidang studi Rekayasa Sistem Industri sebagai bahasan Tugas Akhir. Selama masa kuliah penulis telah mengikuti berbagai pelatihan dan *workshop* mengenai berbagai macam ketrampilan untuk meningkatkan *soft-skill*. Penulis juga aktif dalam kegiatan di dalam lingkungan kampus seperti menjadi Dewan Perwakilan Teknik Mesin FTI ITS panitia event jurusan seperti panitia mechanical engineering dan Indonesia Energy Marathon Challenge.

Jika ada informasi, pertanyaan maupun saran yang ingin disampaikan kepada Penulis, silahkan menyampaikan melalui email akbarifqi@gmail.com